

Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería Química

INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA
DE AGUA DE MAR DE 40.000 M³/DÍA DE
CAPACIDAD

Autor: Saúl Rodríguez Martín

Tutor: Andrés Cubero Moya

Dep. de Ingeniería de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2016



Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería Química

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla

Autor:
Saúl Rodríguez Martín

Tutor:
Andrés Cubero Moya
Profesor Asociado

Dep. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2016

Trabajo de Fin de Grado: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla

Autor: Saúl Rodríguez Martín

Tutor: Andrés Cubero Moya

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2016

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a toda mi familia, pero en especial a mis padres, todo lo que han hecho por ayudarme a alcanzar mi sueño profesional: “Ser Ingeniero”. La confianza que me han dado en los momentos más duros y la ilusión y fascinación que mostraban cada vez que conseguía un aprobado o un curso en limpio, aunque fuera en septiembre.

No se me olvida a gradecer a mis hermanos, mi novia, mis tíos, mis primos y mis amigos los ánimos y el apoyo mostrado durante estos años.

Por otro lado quiero agradecer a todas las personas que de una u otra forma han participado en mi desarrollo personal y profesional hasta alcanzar mi objetivo de ser Ingeniero; Compañeros de clase (y amigos), profesores y compañeros de trabajo.

Por último, agradecer al profesor Aurelio Azaña y a mi tutor Andrés Cubero la oportunidad de poder formar parte de la plantilla de Azcatec, como Ingeniero de Procesos para seguir creciendo y aprendiendo cada día profesionalmente como ingeniero.

Resumen

Barbados está clasificado por la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Agua como un país con "escasez de agua", poniéndolo sólo ligeramente por delante de las naciones del desierto de Oriente Medio en términos de disponibilidad per cápita.

En 2015, la Barbados Water Authority abrió un concurso para la realización de un proyecto de dos plantas desaladoras con una producción unitaria de 30.000 m³/día de agua potable.

En este proyecto se realiza el diseño de una planta desaladora con una capacidad de producción de hasta 40.000 m³/día de agua potable, con el fin de tener una capacidad adicional a la requerida para poder realizar mantenimiento mientras que la planta sigue produciendo a la capacidad necesaria de 30.000 m³/día.

Índice del Proyecto

Memoria Descriptiva

Anexos

- **I Memoria Justificativa de Cálculos**
- **II Presupuesto**
- **III Planos**
- **IV Hojas de datos**
- **V Tablas y Simulaciones**

INGENIERÍA BÁSICA DE UNA PLANTA DE DESALACIÓN DE AGUA DE MAR MEDIANTE OSMOSIS INVERSA

MEMORIA DESCRIPTIVA

Índice

Índice	13
Índice de Tablas	16
Índice de Figuras	17
1 Introducción y antecedentes	19
1.1 <i>La problemática del agua en barbados</i>	19
1.1.1 Historia del suministro público de agua	20
1.1.2 Suministro de agua en la actualidad	20
1.2 <i>Necesidad de desalación del agua</i>	21
1.2.1 Aplicaciones del agua desalada	22
1.2.2 Técnicas de desalación	23
1.3 <i>Aspectos ambientales asociados a la desalación</i>	30
1.3.1 Estudio de impacto ambiental	30
1.3.2 Estudio de alternativas para el rechazo de la planta	31
2 Objetivo	33
3 Desalación mediante osmosis inversa	34
3.1 <i>Definición del proceso de osmosis inversa</i>	34
3.2 <i>Membranas de osmosis inversa</i>	36
3.2.1 Tipos de membranas	36
3.2.2 Colocación de las membranas	39
3.3 <i>Principio de funcionamiento</i>	42
3.3.1 Ecuaciones de transporte	42
3.3.2 Variables que afectan al proceso	43
3.4 <i>Ensuciamiento de las membranas</i>	45
4 Descripción de la solución	46
4.1 <i>Datos de partida</i>	46
4.2 <i>Calidad del agua producto</i>	47
4.3 <i>Descripción del proceso</i>	48
4.3.1 Toma de agua de mar	48
4.3.2 Pretratamiento	50
4.3.3 Osmosis inversa	54
4.3.4 Post-Tratamiento	54
4.3.5 Almacenamiento de agua potable	56
4.3.6 Tratamiento de aguas rechazadas y de limpieza	56
4.3.7 Emisario submarino	57
4.4 <i>Listado de equipos</i>	59
4.4.1 Depósitos	59
4.4.2 Bombas	60
4.4.3 Agitadores	60
4.4.4 Otros equipos	61
4.5 <i>Utilities</i>	62
4.5.1 Instalación de aire comprimido	62

4.6	<i>Planta de embotellamiento de agua</i>	63
4.7	<i>Instrumentación y control</i>	66
4.7.1	Descripción de los instrumentos	66
5	Descripción de la planta	69
5.1	<i>Edificación</i>	70
5.1.1	Edificio de cántara de captación	70
5.1.2	Edificio de pozo de bombeo	70
5.1.3	Edificio de osmosis	71
5.1.4	Edificio de control y oficinas	72
5.1.5	Edificio almacén y taller	74
5.1.6	Edificio de envasado y almacenamiento	75
5.1.7	Edificio de post-tratamiento	76
5.1.8	Características generales de todas las naves	77
5.2	<i>Urbanización y obras civiles</i>	79
5.2.1	Muros	79
5.2.2	Jardinería	79
5.2.3	Infraestructuras	79
5.3	<i>Instalación eléctrica</i>	80
5.4	<i>Sistema de protección contra incendios</i>	84
5.4.1	Criterios de diseño según RD2267/2004	84
5.4.2	Caracterización del establecimiento industrial	84
5.4.3	Sectorización y Cálculo del Nivel de Riesgo	85
5.4.4	Instalaciones de protección contra incendios	86
6	Conclusiones	92
7	Normativa aplicable	93
	Referencias	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calidad del agua de alimentación a planta.	46
Tabla 2. Criterio de calidad del agua de consumo humano según la BWA.	47
Tabla 3. Tipo de captaciones para desalación.	48
Tabla 4. Listado de Depósitos.	59
Tabla 5. Listado de bombas.	60
Tabla 6. Listado de agitadores.	60
Tabla 7. Listado de equipos de proceso.	61
Tabla 8. Calidad del aire comprimido.	62
Tabla 9. Capacidad de sistema de embotellado.	64
Tabla 10. Lista de consumidores.	83
Tabla 11. Densidad de carga de fuego en cada área o sector de incendio.	86
Tabla 12. Sistemas automáticos de detección de incendios para actividades de producción.	87
Tabla 13. Sistemas automáticos de detección de incendios para actividades de almacenamiento.	87
Tabla 14. Sistema de hidrantes exteriores.	88
Tabla 15. Sistema de bocas de incendio equipadas.	89
Tabla 16. Sistemas de rociadores automáticos para sistemas de producción.	89
Tabla 17. Sistemas de rociadores automáticos para sistemas de almacenamiento.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Isla de Barbados.	19
Ilustración 2. Distribución de Aguas en la Tierra	21
Ilustración 3. Formas de Desalación	23
Ilustración 4. Distribución de Técnicas de Desalación	23
Ilustración 5. Procesos de Desalación Térmico y de Membranas	24
Ilustración 6. Diferentes configuraciones de Evaporación de Múltiple Efecto	25
Ilustración 7. Proceso de Destilación Flash Multietapa	26
Ilustración 8. Diagrama de Flujo del Proceso de Compresión de Vapor	27
Ilustración 9. Diagrama de Electrodialisis Reversible	28
Ilustración 10. Diagrama de Osmosis	29
Ilustración 11. Diagrama de Osmosis Inversa	29
Ilustración 12. Diagrama de flujo de una planta de desalinización por Osmosis Inversa	35
Ilustración 13. Membrana de módulo en espiral	37
Ilustración 14. Membrana de fibra hueca	38
Ilustración 15. Tubo de presión de 3 membranas	39
Ilustración 16. Bastidores de Osmosis Inversa	40
Ilustración 17. Etapas de salmuera	41
Ilustración 18. Etapa de producto	41
Ilustración 19. Captación de agua de mar mediante Torre de Toma.	48
Ilustración 20. Torre de toma de agua de Mar.	49
Ilustración 21. Inmisario submarino.	49
Ilustración 22. Filtros de Arena-Antracita de la firma Degremont.	52
Ilustración 23. Filtros de cartucho de la marca PUTSCH.	53
Ilustración 24. Disolvedores de CO2 a baja presión (Fabricante Drintec).	55
Ilustración 25. Lechos de calcita.	55
Ilustración 26. Depósitos de agua potable.	56
Ilustración 27. Decantador de agua residual.	57
Ilustración 28. Emisario submarino.	57
Ilustración 29. Difusores de emisario submarino.	58
Ilustración 30. Compresor KAESER modelo SX 3.	62
Ilustración 31. Formatos de embotellado de 5L (izquierda) y 1,5L (derecha).	63
Ilustración 32. Sistemas de embotellado de agua.	64
Ilustración 33. Sistema de paletizado automático.	65

Ilustración 34. Indicador y transmisor de presión.	66
Ilustración 35. Caudalímetro electromagnético.	67
Ilustración 36. Emplazamiento.	69
Ilustración 37. Cántara de captación.	70
Ilustración 38. Pozo de bombeo.	71
Ilustración 39. Edificio de osmosis.	72
Ilustración 40. Edificio de oficinas.	72
Ilustración 41. Edificio almacén y taller.	75
Ilustración 42. Edificio de envasado y almacenamiento.	76
Ilustración 43. Edificio de post-tratamiento.	77

1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 La problemática del agua en barbados

Barbados es el país más oriental del Caribe. Es una isla de coral que tiene una superficie terrestre de 430 km², con 34 km de largo y 23 km de ancho. Su terreno es generalmente llano y su población se encuentra cerca de los 290.000 habitantes.

Al igual que otras islas del Caribe, Barbados enfrenta un problema de escasez de agua, debido a la escasez de agua superficial, ya que el consumo de agua del país procede casi completamente de agua de lluvia, la cual es filtrada hacia los acuíferos subterráneos, de donde se extrae.

Barbados está clasificado por la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Agua como un país con "escasez de agua", poniéndolo sólo ligeramente por delante de las naciones del desierto de Oriente Medio en términos de disponibilidad per cápita. Esto lo hace particularmente vulnerable a los efectos de las sequías cíclicas, tales como la ocurrida en 1994-95. Se dice que es un evento que ocurre uno de cada 150 años.

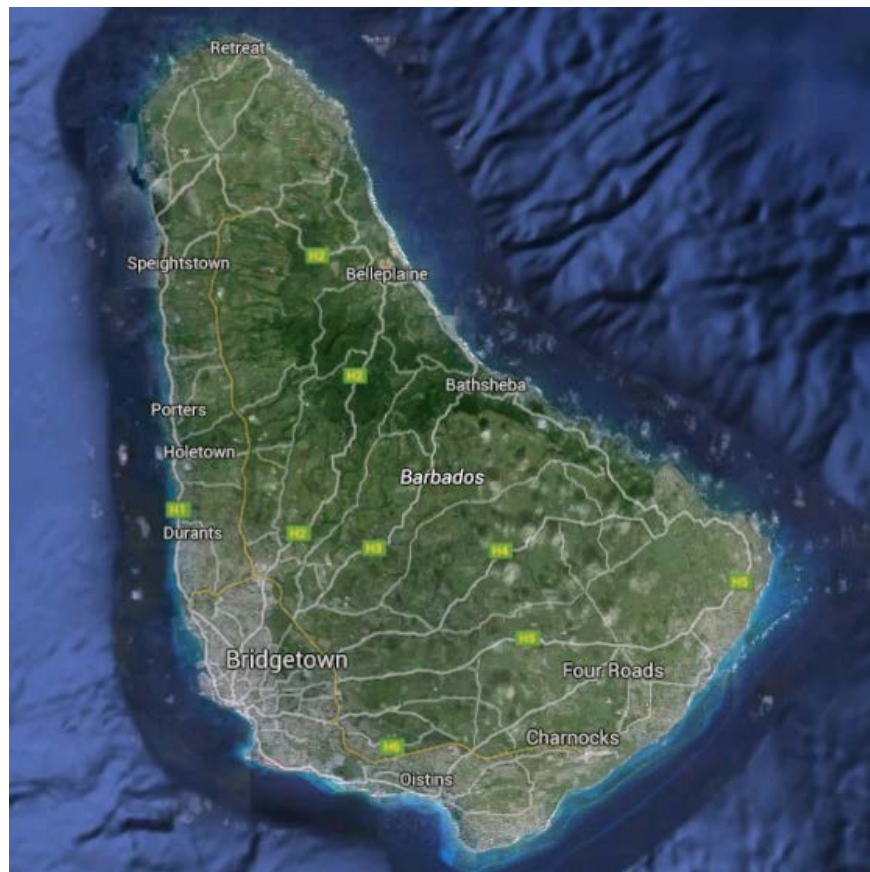


Ilustración 1. Isla de Barbados.

Uno de los parámetros por los que un país se juzga por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), es su disponibilidad per cápita de los recursos hídricos. Si un país tiene menos de 1.000 metros cúbicos de agua por habitante y año, se considera un país con escasez de agua. En este caso, Barbados dispone de unos 390 m³ de agua por persona y por año. Estas cifras incluyen a Barbados como uno de los 15 países con mayor escasez de agua en el mundo.

1.1.1 Historia del suministro público de agua

En los inicios de la población en Barbados el agua potable se obtenía principalmente de lagunas, manantiales, pozos de agua y tanques de agua de lluvia. Los pozos fueron la única fuente de agua segura para la población durante periodos de larga sequía.

Cuando Bridgetown se estableció como una ciudad, no existían redes de distribución que abastecieran de igual modo a toda la población. Un informe oficial publicado en 1858, publica que los dueños de las propiedades que poseían manantiales vendían el agua a personas que la transportaban en barricas hasta puntos de venta.

El suministro de agua de la isla ha mejorado sin duda en los siglos XIX y XX. Uno de los primeros puntos a destacar fue el diseño y la construcción de la Estación de Bombeo de Belle entre 1926 y 1944, que ha sido y sigue siendo el mayor proveedor de agua de la isla. En 1944, la primera bomba de agua accionada eléctricamente se instaló en Belle. Antes de esto, las bombas eran impulsadas con máquinas de vapor.

1.1.2 Suministro de agua en la actualidad

Actualmente, Barbados se abastece de dos manantiales (Codrington Spring College y Benn Printer), 22 pozos, 8 perforaciones (con profundidades desde 35 hasta 100 metros de profundidad) y una planta de desalación de agua subterránea mediante osmosis inversa (con un caudal de producción de agua potable de 30.000 m³/día).

La red de agua en toda la isla está conectada por más de 3.200 km de tuberías de transmisión y distribución. El agua llega a la población a través de la red de distribución con la ayuda de 22 estaciones de bombeo a partir de 27 embalses.

El consumo de agua en Barbados ha ascendido desde 38 litros/día/persona residente en 1978, hasta los 235 litros/día/persona residente y 678 litros/día/visitantes residentes en hoteles en 2004, con una cantidad estimada de 500.000 visitantes/año. El consumo anual de agua en el sector municipal e industrial supuso 26 millones de m³ al año en el año 2000. En total, actualmente se estima un consumo de 250.000 m³/día.

Se prevé que el impacto del cambio climático en las fuentes de abastecimiento de agua potable dará como resultado una disminución del agua disponible como consecuencia de un incremento en la frecuencia de sequías, disminución de lluvia e incluso incremento de la temperatura. Además, el aumento del nivel del mar podría afectar los acuíferos costeros.

Por estos motivos, el gobierno de Barbados lleva tiempo especulando sobre la viabilidad de la instalación de una planta de desalación de agua de mar (fuente inagotable), que pueda abastecer de agua a gran parte de la población, e incluso pueda almacenar agua para abastecer el consumo en momentos de sequía.

En Enero de 2016, la “Barbados Water Authority” ofertó la realización de un proyecto de construcción de dos plantas desaladoras de agua de mar, con una capacidad de producción de 30.000 m³/día de agua potable cada una, siendo la fecha de cierre del plazo de solicitud el 5 de Febrero de 2016.

1.2 Necesidad de desalación del agua

La tierra contiene cerca 1400 millones km³ de agua, que cubren aproximadamente el 70% de la superficie del planeta. El 97% del agua se encuentra en forma de agua salada, con un contenido en sal mayor de 35.000 ppm. Mientras que el 2% del agua del planeta se encuentra congelada en regiones polares y cadenas montañosas, un 0,3 % en la atmósfera y un 0,6% se encuentra en acuíferos subacuáticos, las cuales son zonas de difícil acceso. Solo un 0,1% del agua en la tierra se encuentra en ríos y lagos, zonas de fácil acceso.

De este modo, la alternativa más viable para la producción de agua potable es la desalación de agua de mar.

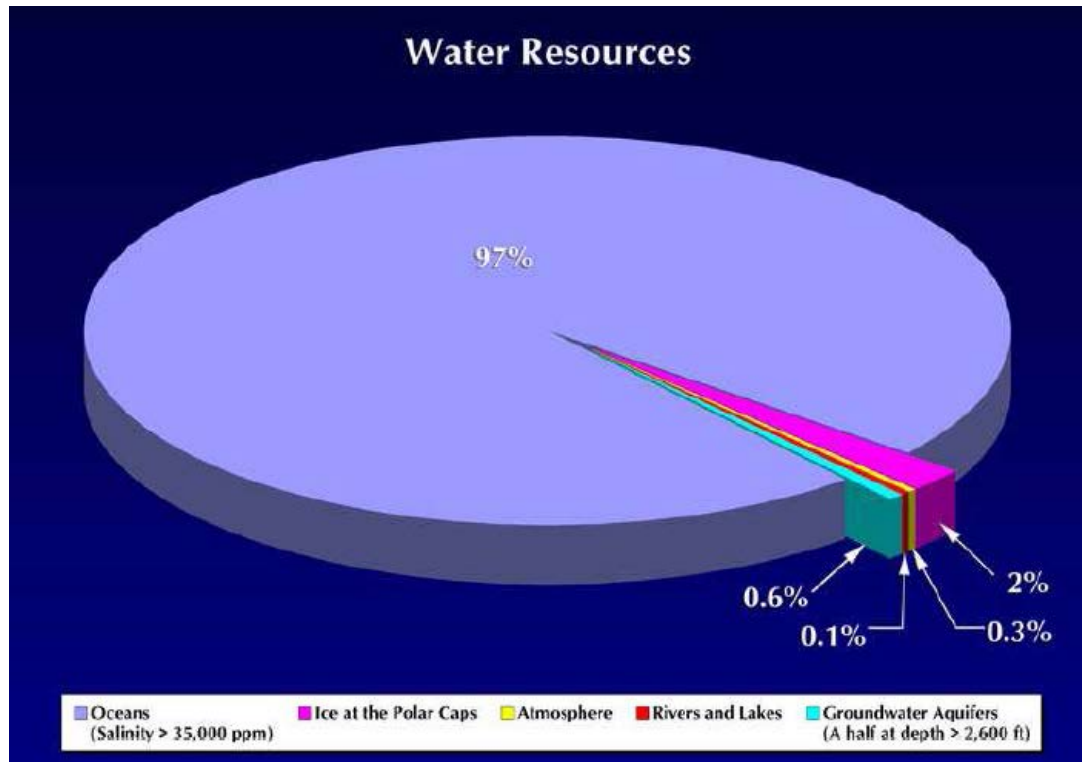


Ilustración 2. Distribución de Aguas en la Tierra

La energía solar es el principal motor de formación de agua dulce a partir del agua del océano. La energía térmica absorbida por la superficie de la tierra genera suficiente gradiente térmico para evaporar agua a partir de la gran superficie de los océanos. El agua evaporada genera nubes en el ambiente a gran altura. Las nubes son transportadas sobre la tierra, donde el agua cae en forma de precipitaciones.

Las precipitaciones se ven afectadas por las condiciones geográficas, temperatura humedad. El patrón de viento, las formas geográficas, y las condiciones ambientales genera zonas de precipitación constante de agua, estaciones de monzones y áreas de muy baja precipitación, como las zonas desérticas y tropicales.

La desalación se ha convertido en una solución asequible de obtener agua potable en áreas costeras y tropicales, que carecen de otro tipo de fuentes para la obtención de agua de consumo humano, para abastecer a esas poblaciones de sus necesidades diarias de agua. Siendo el consumo de agua per cápita estimado en propósitos caseros de entre 200-400 L/día, los cuales son usados para cocinar, limpieza, riego del jardín y otros usos. Aunque también existen otros usos para el agua desalada, como se explica en el siguiente subapartado.

A continuación se van a aportar ciertos datos referidos a la desalación de agua en el mundo, a fecha de 30 de Junio de 2015:

- Número total de plantas de desalación en el mundo: 18.426
- Capacidad global de las plantas de desalación: 86,8 Millones m³/día
- Número de países donde se practica la desalación: 150
- Número de personas en todo el mundo que dependen del agua desalada para algunas o todas sus

necesidades diarias: más de 300 Millones

1.2.1 Aplicaciones del agua desalada

En primer lugar, se van a clasificar los tipos de agua según su el propósito para el cual vaya a ser utilizada. Las tablas de las características de cada tipo de agua pueden observarse en el Anexo V.

- **Agua potable**

Se puede producir agua potable a partir de cualquier fuente de agua natural como por ejemplo lagos, ríos, aguas subterráneas o agua de mar.

Los parámetros que rigen la calidad del agua potable están definidos por la OMS o por la Unión Europea. Por lo general, la calidad exigida por la UE (1998) es más restrictiva que la exigida por la OMS (1993).

El agua destinada al consumo no puede contener sólidos suspendidos, microorganismos ni compuestos químicos tóxicos. Su composición en minerales puede depender según la zona, y con ello también variará su sabor, pero nunca excederán la cantidad máxima permitida de ciertos minerales que asegure un agua equilibrada, agradable para el consumo y segura.

- **Agua de proceso**

Con agua de proceso nos referimos agua de calderas, agua de refrigeración, disolución de productos químicos, etc. Las fuentes más utilizadas para obtener agua de proceso son del grifo o subterráneas.

Los requerimientos de la calidad del agua dependerán según el uso concreto que se le dé. Normalmente tiene una conductividad de entre 0,1 u 50 uS/cm, y suele ser de muy baja dureza para evitar la formación de incrustaciones en los equipos de intercambio de calor.

- **Agua de riego**

La agricultura es con diferencia la mayor consumidora de agua a nivel global. El 70% del consumo de agua en el mundo es para el riego de cultivos. Los países que tienen mayor porcentaje en consumo de agua de riego son los países en vías de desarrollo, que puede llegar a representar incluso el 95% del agua consumida.

El agua utilizada para la agricultura procede tanto de fuentes naturales como de recursos alternativos. Los recursos Naturales incluyen el agua de lluvia, agua de superficie (ríos y lagos). El uso de estos recursos debe realizarse de una forma sostenible.

Otra alternativa es la reutilización de aguas procedentes de las estaciones de tratamiento de aguas residuales. Esto implica que el tratamiento de las aguas residuales debe ser bien gestionado, ya que la utilización de un agua no apta para riego puede perjudicar gravemente las cosechas. Es por ello que, la calidad del agua empleada en regadío es fundamental para el rendimiento y cantidad de cultivos, mantenimiento de la tierra y protección del medio ambiente. Por ejemplo, las propiedades físicas y mecánicas de la tierra, la permeabilidad, son muy sensibles a los diferentes tipos de iones presentes en el agua de riego.

- **Agua ultrapura**

El agua ultrapura es empleada en la industria de los semiconductores y en la industria farmacéutica, principalmente. Las especificaciones de este tipo de agua se están volviendo cada vez más estrictas.

El agua ultrapura solo contiene H₂O, iones H⁺ y OH⁻ en equilibrio. Esto significa que al no tener iones una cantidad importante de iones disueltos su conductividad (0.054 uS/cm a 25°C) se va a ver reducida considerablemente en comparación con cualquier otro tipo de agua.

1.2.2 Técnicas de desalación

Los procesos de desalación industriales implican la separación de la sal del agua de mar o salobre, donde las sales se extraen concentradas con la corriente de salmuera rechazada, mientras que por otro lado se obtiene agua dulce, Ilustración 3.

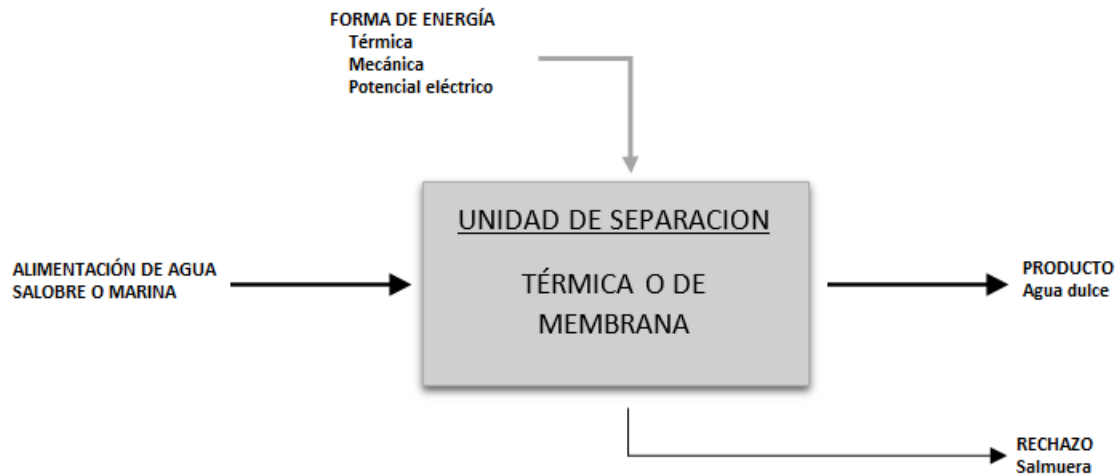


Ilustración 3. Formas de Desalación

Los procesos de separación industriales pueden estar basados en métodos de separación térmicos o a través de membranas. Las técnicas de separación térmica incluyen dos categorías principales; la primera es evaporación seguida de condensación del agua evaporada y la segunda es mediante enfriamiento seguido de una cristalización de cristales de hielo.

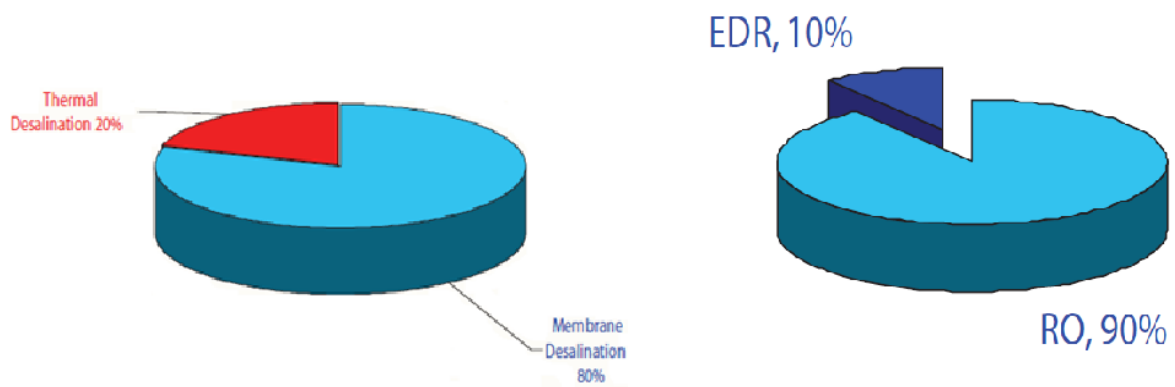


Ilustración 4. Distribución de Técnicas de Desalación

Como se observa en la ilustración 4, las técnicas de desalación térmicas están quedando obsoletas en su mayoría, siendo las técnicas de membrana las más usadas en la actualidad (80%). Además, la tendencia es que siga aumentando.

Dentro de las técnicas de membrana, la más instalada con diferencia es la osmosis inversa en un 90% (RO, reverse osmosis), frente a la electrodialisis en un 10%.

A continuación se muestra una clasificación más detallada de todos los procesos de separación que derivan de cada método (térmico o de membrana), Ilustración 5.

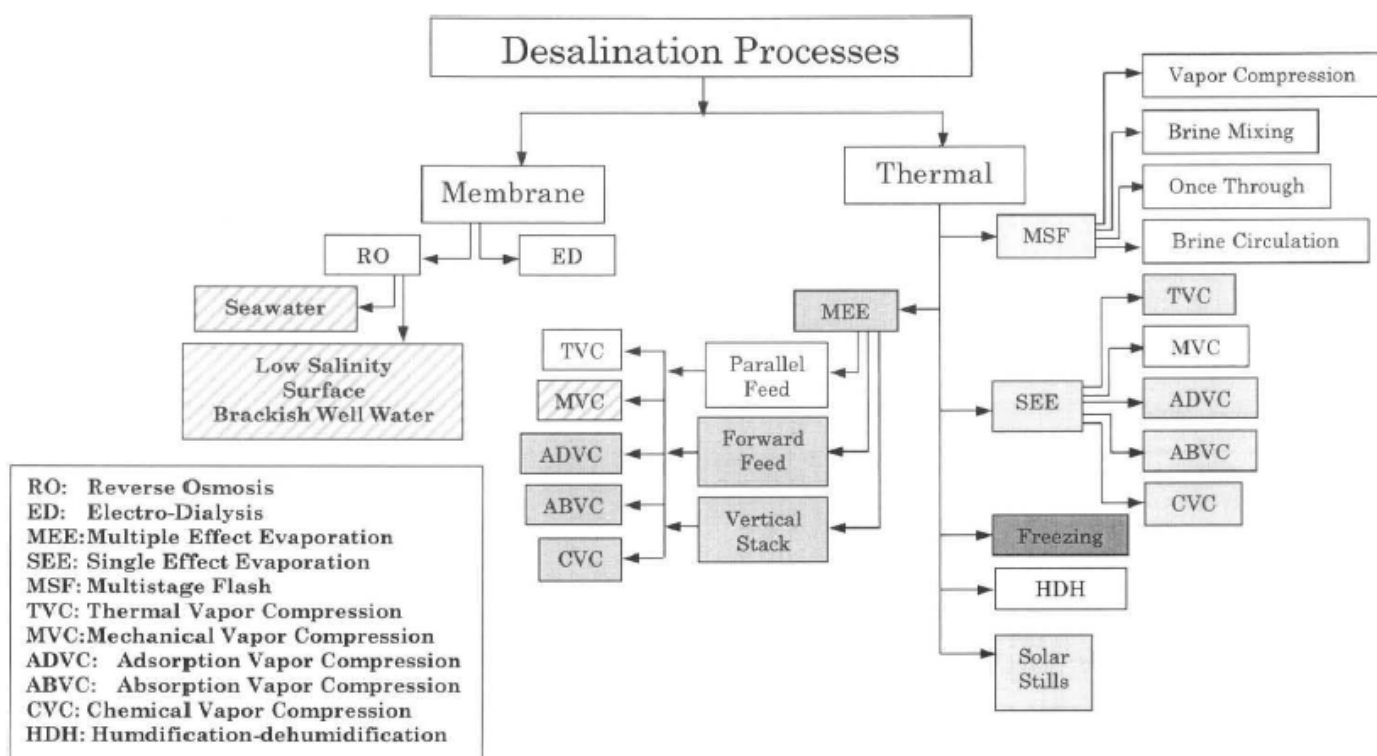


Ilustración 5. Procesos de Desalación Térmico y de Membranas

De todas esas técnicas de desalación, se procede a explicar con mayor detalle las más comúnmente utilizadas:

- Evaporación Multi-Efecto (MEE)
- Destilación Flash Multietapa (MSF)
- Compresión de vapor (VC)
- Electrodialisis (ED)
- Osmosis inversa (OI) ó (RO)

EVAPORACIÓN MÚLTI-EFECTO (MEE)

La evaporación de múltiple efecto está formada por una secuencia de evaporadores de simple efecto, donde el vapor formado en un efecto es usado en el siguiente efecto. De este modo se consigue un ahorro importante de vapor en comparación con la evaporación de simple efecto, pero la inversión inicial es mayor, ya que los evaporadores de la evaporación múltiple efecto son prácticamente del mismo tamaño que el evaporador de simple efecto.

Además de la industria de desalación, el grueso de los múltiples procesos de efecto de evaporación se encuentra en la industria petroquímica, alimentos, pulpa y papel y del petróleo.

Los procesos de evaporación de múltiple efecto se pueden configurar el paralelo (Ilustración 6 (c)), en contracorriente (Ilustración 6 (b)) y en equicorriente (Ilustración 6 (a)).

Con la configuración en equicorriente, la alimentación y el vapor son introducidos en el evaporador (1), y las dos corrientes de salida (vapor producido y concentrado) son alimentadas al evaporador (2), mientras que los condensados se van uniendo en una misma corriente como producto destilado. De este modo ambas corrientes se siguen de manera sucesiva, siendo el vapor producido en el primer efecto el que aporta la energía suficiente para que se produzca vapor en el segundo efecto, mientras que éste se condensa.

Con la configuración en contracorriente, el vapor se introduce en el evaporador (1) y va avanzando el vapor producido desde (1) hasta (n), mientras que la alimentación se introduce en último evaporador (n) y avanza desde el evaporador (n) hasta (1).

Con la configuración en paralelo, la alimentación se reparte entre todos los evaporadores, mientras que el vapor producido avanza como anteriormente en ambos casos, desde (1) hasta (n), reuniéndose los concentrados en una misma corriente de producto de destilados.

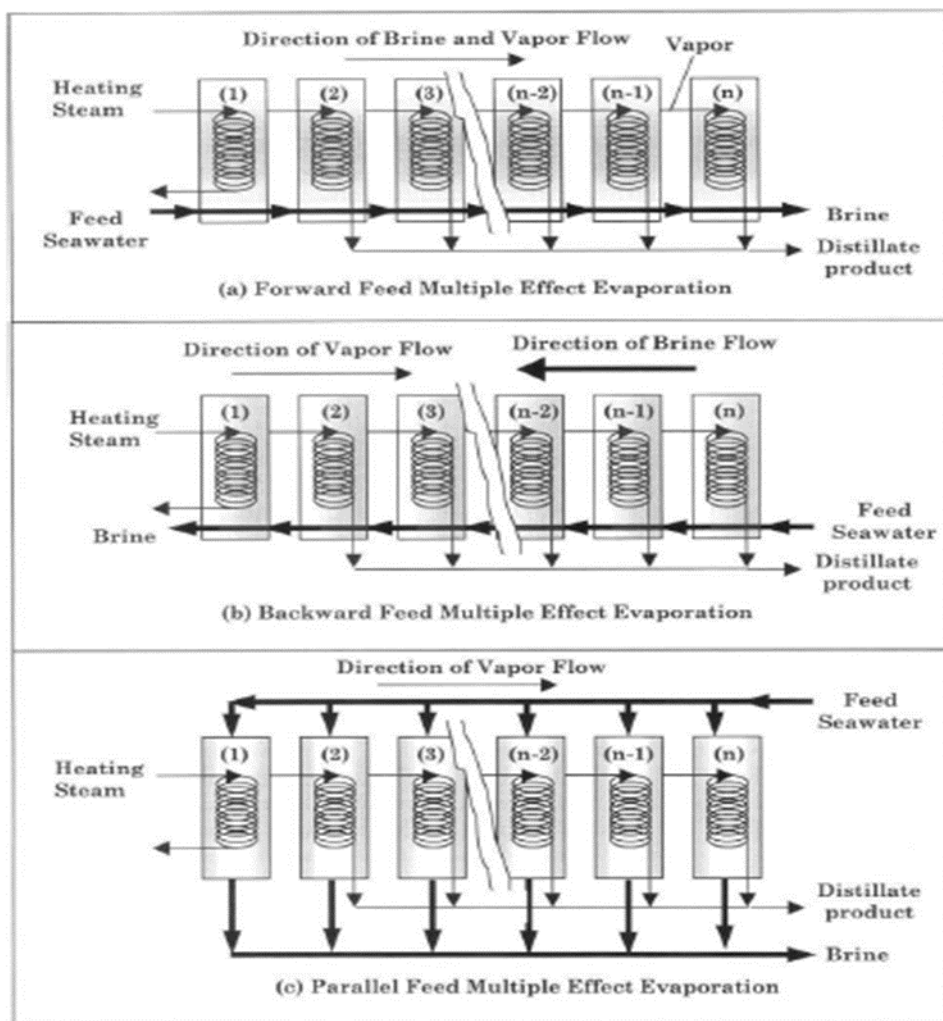


Ilustración 6. Diferentes configuraciones de Evaporación de Múltiple Efecto



La Destilación Flash Multietapa se basa en el principio de evaporación a partir de la reducción súbita de la presión, por debajo de su presión de vapor de equilibrio, produciéndose una ebullición “explosiva”. El agua salina, se precalienta con las corrientes de vapor formado en las etapas posteriores. A continuación se calienta aún más con vapor y se introduce en la primera etapa flash, donde su presión disminuye por debajo de la de saturación a esa temperatura produciéndose la evaporación de una pequeña parte del agua salada. En las siguientes etapas se produce el mismo efecto, reduciendo la presión progresivamente. El vapor formado en cada etapa pasa a través de unos atrapadores de gotas (“demisters”) donde se atrapan las gotas de salmuera que arrastra y posteriormente es condensado mientras precalienta la corriente de entrada de salmuera. A este condensado es al que se llama agua producto o desalada.

La desalación de agua por compresión de vapor se puede realizar por dos procedimientos. Uno de ellos comprime el vapor mediante la acción de un compresor mecánico accionado por un motor, conocido como compresión mecánica de vapor (M.V.C.). El otro procedimiento se realiza mediante un eyecto compresor, se denomina compresión térmica de vapor (T.V.C).

Siguiendo el flujo de agua y vapor en la ilustración 8, se procede a explicar el proceso de compresión mecánica de vapor.

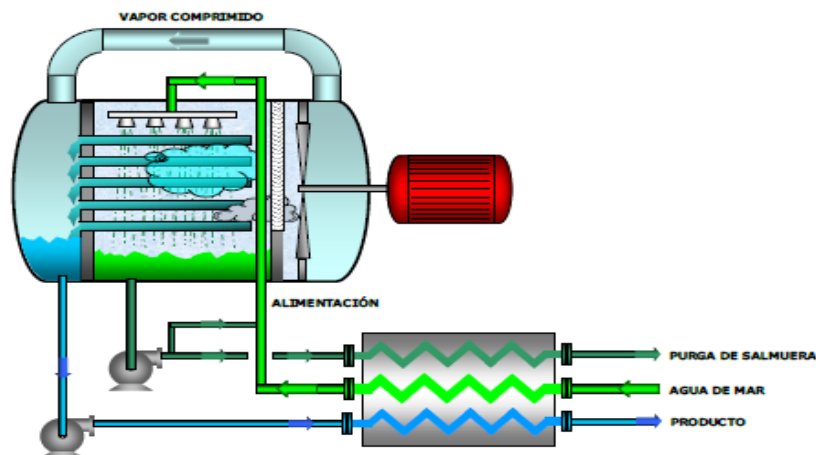


Ilustración 8. Diagrama de Flujo del Proceso de Compresión de Vapor

En la ilustración se diferencian tres partes importantes: un compresor accionado por un motor, un evaporador y un intercambiador de calor líquido/líquido.

El agua de mar se introduce por el intercambiador de calor, para precalentarse y ser añadida al ciclo (antes de ser introducida en el ciclo es desgasificada y tratada químicamente, para evitar incrustaciones y corrosión). Se mezcla con parte de la salmuera y forma la alimentación. La alimentación se rocía al interior del evaporador sobre los tubos del condensador. Esta alimentación se calienta hasta alcanzar la temperatura de saturación correspondiente a la presión en el interior del evaporador, y una parte se evapora. El vapor formado se libera de las gotas que arrastra pasando a través de unos demisters y entra en la aspiración del compresor, lo cual lo comprime, formando vapor recalentado. Este vapor es introducido en los tubos del evaporador, donde condensa cediendo calor sensible a la alimentación. Posteriormente, el agua producto es enfriada a través de un intercambiador de placas que intercambia calor con el agua bruta de alimentación. La aportación al evaporador que no se ha evaporado es dividida en dos corrientes; una que se mezcla con el agua bruta de alimentación y otra que es purgada para mantener el equilibrio salino en el evaporador, que se enfría intercambiando calor con la corriente de agua bruta de alimentación mediante un intercambiador de placas.

- **Eyector compresión de vapor**

El proceso de desalación mediante eyector compresión de vapor, es igual que el proceso de compresión mecánica de vapor, sustituyendo el compresor por un eyector que funciona con vapor motriz externo. La diferencia más importante entre los dos procesos es que en el eyector de vapor se mezclan el vapor motriz externo y el vapor producido en el interior de la cámara, por ello, el agua de producto obtenida debe ser dividida en dos corrientes, la primera que es el agua producto obtenida y la otra, que tiene el mismo caudal en peso que el vapor motriz utilizado, que se devuelve a la caldera productora de vapor motriz y que se conoce como condensado.

ELECTRODIÁLISIS (ED)

La electrodiálisis es una tecnología que permite extraer sustancias orgánicas e inorgánicas ionizadas disueltas en una disolución acuosa bajo la influencia de un campo eléctrico continuo, a través de membranas selectivas de intercambio iónico.

Cuando se establece un campo eléctrico en un electrodiálizador, los iones positivos migran hacia el cátodo (-) mientras que los iones negativos lo hacen hacia el ánodo (+), ya que las cargas opuestas se atraen. Debido a la disposición de las membranas, aparecen compartimentos donde la disolución del electrolito se empobrece en éste y otros, donde el electrolito se concentra. Los cationes que están en un compartimento de diluidos migran por efecto del campo eléctrico hacia el cátodo, encontrándose en primer lugar con una membrana catiónica, que permite el transporte, pasando al compartimento adyacente donde se encuentra con una membrana aniónica que no puede atravesar, quedando atrapados en este compartimento.

Los aniones que están en un compartimento de diluidos migran por efecto del campo eléctrico hacia el ánodo,

encontrándose en primer lugar con una membrana aniónica, que permite el transporte, pasando al compartimento adyacente donde se encuentra con una membrana catiónica que no puede atravesar, quedando retenidos en este compartimento. Para que ocurra lo descrito anteriormente, el módulo de electrodiálisis debe estar formado por dos electrodos metálicos que establecen el campo eléctrico, cátodo y ánodo, entre los cuales están colocadas las membranas como se muestran en la ilustración 9.

Para el sistema de la ilustración 9, se puede observar que parte del agua de alimentación se introduce mezclándose con la disolución concentrada, para disminuir su concentración y que no llegue a saturar (alcanzando la precipitación de las sales) en el interior del equipo al aumentar la concentración. De esta forma se puede obtener mucho más producto (Producto/Alimentación=70%) que en la siguiente disposición, más clásica, que solo se obtenía como producto un 50% del agua de alimentación.

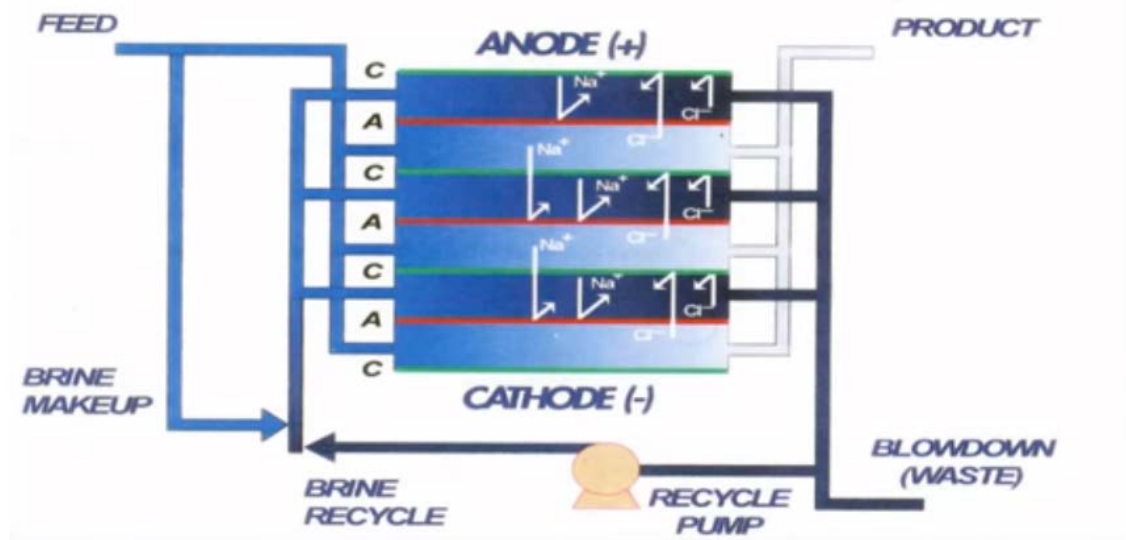


Ilustración 9. Diagrama de Electrodiálisis Reversible

Siguiendo la ilustración 9, se observa que:

$$Q_A \cdot C_A = Q_C \cdot C_C$$

De modo que si aumenta el caudal de extracción de concentrado (QC), disminuye la concentración del concentrado (CC) y viceversa. Ya que el caudal y la concentración de alimentación son constantes. Así que habría que conocer cuál es el límite de concentrado que permite introducir menos agua de alimentación al reciclo, para obtener mayor agua producto sin que el concentrado precipite, creando incrustaciones.

El sistema de electrodiálisis suele estar compuesto por más de 600 pares de membranas, que se encuentran separados por unos espaciadores que permiten el flujo de iones entre ellos.

OSMOSIS INVERSA (RO)

El fenómeno de Ósmosis se basa en la búsqueda del equilibrio. Cuando se ponen en contacto dos fluidos con diferentes concentraciones de sólidos disueltos, estos se mezclarán hasta que la concentración sea uniforme. Pero, si estos fluidos están separados por una membrana semipermeable, que no permite el paso de uno de los fluidos, el fluido que se moverá a través de la membrana será el de menor concentración de tal forma que disminuye la concentración del fluido más concentrado inicialmente. Como se observa en la ilustración 10, al cabo de un tiempo, el contenido en agua será mayor en uno de los lados de la membrana. La diferencia de altura entre ambos fluidos se conoce como presión osmótica.

Si se aplica una presión superior a la presión osmótica en la solución concentrada, se produce el efecto contrario.

Los fluidos se pasan a través de la membrana hacia el lado del fluido menos concentrado, mientras que los sólidos disueltos quedan retenidos. A esto proceso se le denomina ósmosis inversa y se puede observar en la Ilustración 11.

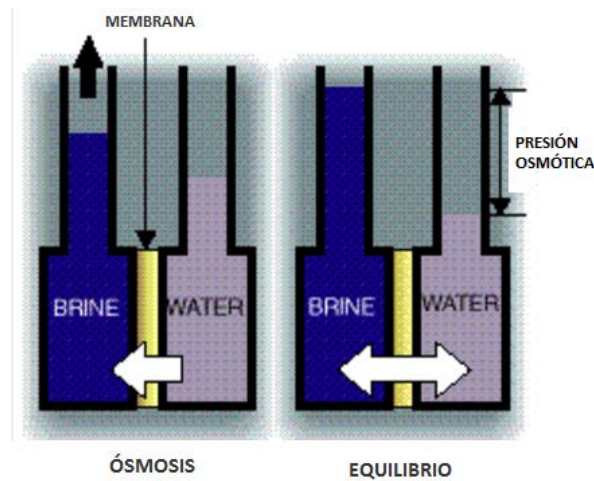


Ilustración 10. Diagrama de Ósmosis

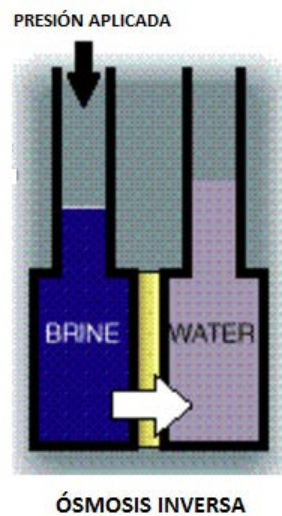


Ilustración 11. Diagrama de Ósmosis Inversa

Esta tecnología es la que se va a utilizar para la desalinización del agua de mar de éste proyecto. En el apartado 3 se profundiza mucho más en el desarrollo de ésta tecnología.

1.3 Aspectos ambientales asociados a la desalación

Según el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, sólo deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental en la forma prevista en esta ley, cuando así lo decida el órgano ambiental en cada caso, los siguientes proyectos:

1. Los proyectos públicos o privados consistentes en la realización de las obras, instalaciones o de cualquier otra actividad comprendida en el anexo II.
2. Los proyectos públicos o privados no incluidos en el anexo I que pueda afectar directa o indirectamente a los espacios de la Red Natura 2000.

Este proyecto se encuentra del grupo 8, apartado e, donde se ven afectadas instalaciones de desalación o desalobración de agua con un volumen nuevo o adicional superior a 3.000 m³/día. Por tanto según esta ley, este proyecto deberá someterse a un Estudio de Impacto Ambiental.

La Evaluación del Impacto Ambiental identificará, describirá y evaluará de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con esta ley, los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los siguientes factores:

- a) El ser humano, la fauna y la flora.
- b) El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- c) Los bienes materiales y el patrimonio cultural.
- d) La interacción entre los factores mencionados anteriormente.

1.3.1 Estudio de impacto ambiental

Los principales aspectos ambientales a considerar son:

- Localización de la planta: La nueva planta se ubica en un área de 30.000 m² en la zona noreste de la isla de Barbados, en la zona de Pie Corner, al norte de Saint Andrew. Este lugar se caracteriza por ser una zona poco poblada, poco frondosa, llana y muy cercana al mar, de modo que al situar la planta en este emplazamiento estamos asegurando la minimización de Impacto Ambiental referente a áreas edificadas o de interés medioambiental. También se asegura que al estar cerca de la fuente de alimentación no se afecte a otras zonas de la isla, al no haber necesidad de trasladar el agua de mar (alimentación de la planta) hasta zonas más alejadas, pudiendo complicar las tareas de Obra Civil y Transporte, disminuyendo también los coste asociados de energía para transportar el agua cuando la planta se encuentre en funcionamiento.
- Disposición final de salmuera: Existen diversas opciones en cuanto a la disposición final del rechazo de la planta, entre las que se encuentran:
 - Vertido al mar
 - Vertido a las redes de Saneamiento o Cauces
 - Obtención de sal
 - Riego de plantas de alta tolerancia salina y cultivos energéticos
 - Inyección en pozos profundos
- Fuentes energéticas: Aunque el consumo de energía depende de la combinación del proceso, entre un 25-40% del cote total de agua desalada corresponde al consumo energético de la planta.

Las soluciones energéticas más usadas comúnmente suelen ser la instalación de recuperadores de energía como Turbina pelton, intercambiadores de presión o bombas invertidas, que recuperan la energía del agua rechazada a la salida de las membranas de osmosis para generar energía o comprimir parte del caudal de alimentación a las membranas.

1.3.2 Estudio de alternativas para el rechazo de la planta

Como rechazo de la desalación se obtiene una salmuera con una alta concentración de sales disueltas. La disposición final del rechazo de la planta desaladora tiene gran importancia, ya que el impacto ambiental que puede producir si no se controla la emisión de esta salmuera puede perjudicar gravemente a la flora y la fauna de la zona de vertido.

Dada la importancia, se analizarán las distintas opciones que se están empleando hoy día.

Los principales factores que afectan a la selección del destino final de la salmuera son: el caudal de concentrado y su concentración, la localización geográfica del punto de vertido, la disponibilidad del medio receptor, la permisibilidad de la opción, los costes capital, la posibilidad para la expansión y la aceptación social.

Estudiando las posibles alternativas para el rechazo de la planta, expuestas en el apartado anterior, se descartan:

- Inyección en pozos profundos: Dado que lo que se pretende con este proyecto es evitar que se sobreexploten los pozos de agua dulce y con ello eliminar la posibilidad de que el agua de mar con alta concentración salina se introduzca en los pozos.
- Obtención de sal: Ya que no se dispone del espacio suficiente para realizar la desalación por evaporación natural, sin afectar al paisaje de la zona.
- Riego de plantas de alta tolerancia salina y cultivos energéticos: Dado que no se disponen de dichas plantas y el caudal de rechazo es muy elevado.
- Vertido a redes de saneamiento: Ya que el caudal de rechazo generado es excesivamente alto.

De modo que la única opción viable para la disposición final de la salmuera para este proyecto es el vertido controlado al mar.

En esta opción, la salmuera se vierte controladamente al mar, ya sea de forma directa o mediante emisarios submarinos. Cabe destacar que la salmuera estará compuesta, además de por las sales concentradas, por los diferentes productos químicos que se han ido añadiendo en el pretratamiento. En ocasiones también se añaden al rechazo los productos de limpieza química de las membranas, aunque lo conveniente sería su vertido por separado hasta una Estación de Tratamiento de Aguas Residuales. El efecto sobre el medio Marino sería de forma local, en las zonas próximas donde se produzca el vertido.

Dichos compuesto químicos no tienen por qué considerarse tóxicos para el medio Marino puesto que:

- Las dosis usadas son del orden de 1 a 25 ppm, por lo que resultan despreciables respecto al resto de las sales.
- El cloro libre de los biocidas debe pasar a cloruros antes de entrar en la membrana (por su baja tolerancia al Cl) siendo despreciable frente al contenido de este ión en la salmuera.
- El reductor se oxida a sulfato, siendo también despreciable frente al contenido de este ión en la salmuera.
- Los ácidos modifican el pH del agua de aporte, pero luego se estabiliza con los reductores, y únicamente tiende a incrementar la salinidad de la salmuera de forma despreciable.
- La biodegradabilidad de los antiincrustantes es total aunque varía la velocidad con que lo hagan.

Como posibles efectos ambientales hay que considerar tanto la construcción del emisario submarino, como la correcta dilución de la salmuera tras ser impulsada a través de los difusores.

La clave del vertido controlado es diseñar el emisario y la localización de éste de forma que se produzca la dilución rápida de las sales contenidas en el rechazo, de tal forma que no afecte a la biota del medio marino, homogeneizando la salinidad de manera que se mantenga por debajo de los límites de tolerancia salina de las diversas especies.

Para la dilución de la salmuera destacan dos procesos físicos, los cuales son:

- **Dilución primaria:** El ratio de dilución del proceso depende de la diferencia de densidades entre la salmuera y el agua de mar (función de la concentración de las sales y la temperatura), del

momento, del flujo de salida y su velocidad, así como del radio del emisario y la profundidad a la que éste se encuentre. Para mejorar el proceso debe diseñarse correctamente el emisario y añadir difusores.

- **Dilución natural:** es debida a un proceso de difusión y mezcla propiciado por el oleaje y las corrientes marinas y que varía en función de las condiciones marinas. El uso de difusores mejora dicho proceso, ya que elevan la presión del agua entrante y ponen en contacto con la masa de agua de mar un mayor volumen de rechazo, mejorando la mezcla. El éxito de esta tecnología depende del número y el espaciado de los difusores, aunque es posible mejorar su eficacia con un tipo de difusores especiales o bien con el uso de difusores directos en ángulo de 30-90° respecto del fondo del mar, que lanzan la salmuera en dirección a la superficie.
- **Posibles efectos sobre la biota marina:** Los principales efectos sobre la biota marina se deben a la construcción del emisario y al incremento en la concentración de sales provocada por el rechazo. La salinidad marina varía normalmente entre 32-38%, que es el rango en el cual están adaptados a vivir la mayoría de las criaturas marinas. Los organismos marinos viven en un equilibrio osmótico con el medio ambiente, y un incremento en la concentración de sales de su entorno causa la deshidratación de las células, un descenso en su presión interior y por tanto la muerte. La tolerancia al aumento de la salinidad varía de una especie a otra, por lo que deben realizarse estudios que delimiten dicho límite.

Por último, para reducir el impacto ambiental sobre el medio marino deben tenerse en cuenta una serie de recomendaciones:

- Evitar bahías cerradas y sistemas de importancia ecológica.
- Vertidos de salmueras en zonas con hidrodinamismo medio o elevado y de carácter constante para evitar que afecte a procesos de sedimentación.
- Procurar que el agua de alimentación sea de la mayor calidad posible a fin de reducir los tratamientos químicos necesarios.
- Investigar distintos aspectos del impacto de salmueras en el litoral.
- Realizar estudios de impacto de cada elemento del vertido por separado y sus posibles interacciones, estableciendo límites de tolerancia.
- Añadir difusores al emisario y realizar un monitoreo del vertido en un radio amplio donde se crea puede haber afección al hábitat marino.
- Uso de emisarios de depuradoras cercanas para reducir el impacto.

2 OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es el diseño de una (1) planta desinizadora para la producción de, al menos, unos 30.000 m³/día de agua potable para poder abastecer las necesidades de agua dulce de la isla de Barbados, ya que:

- Barbados está extrayendo cerca del límite sostenible de sus recursos de agua dulce.
- Los acuíferos subterráneos pueden verse afectados en el futuro por la intrusión de agua de mar, ya que debido a los impactos del cambio climático proyectados sobre los recursos hídricos en el Caribe, se producirían sequías más frecuentes y reduciría los niveles de recarga de los acuíferos.
- La solución preferida es la instalación de dos (2), plantas de 30.000 m³ / día de desalinización de agua de mar para aumentar los recursos de agua dulce convencional disponible. En este caso se estudiará solo la instalación de una planta, ya que la otra tendría exactamente las mismas dimensiones y características, sólo que habría que estudiar el emplazamiento, la toma de de agua y el rechazo de la 2ª planta.

La capacidad de producción adicional de la planta podría ser utilizada para servicios de valor añadido tales como una planta embotelladora de agua.

3 DESALACIÓN MEDIANTE OSMOSIS INVERSA

3.1 Definición del proceso de osmosis inversa

La desalación por osmosis inversa consiste en la separación de una corriente agua con cierta concentración de iones disueltos en dos corrientes, haciéndola pasar por una membrana semipermeable a una presión mayor a la presión osmótica del agua de alimentación. Dicha membrana permite el paso de líquido, pero no el de las sales disueltas, de modo que se obtiene una corriente de alta concentración de sales disueltas, denominada rechazo, y otra corriente de muy baja concentración de sales disueltas, denominada permeado.

Pero para poder realizar la desalación de cualquier agua de mar o salobre, es necesario tratar el agua de alimentación antes de que llegue a las membranas, ya que éstas son fácilmente ensuciadas y necesita un pretratamiento intensivo. Además, según la utilidad que vaya a darse al agua permeada, será necesario algún post-tratamiento de modo que alcance la calidad suficiente para la aplicación a la cual está destinada.

En la Ilustración 12, se puede observar qué etapas abarcan cada una de éstas fases del proceso de desalación, para la obtención de agua potable.

En este caso, la mayor parte del consumo energético de la planta se destina a presurizar el agua de mar, siendo la eficiencia del procesos dependiente de las bombas de alta presión y de los equipos de recuperación que aprovechan la presión del rechazo de salida para generar presión sobre parte del caudal de alimentación, disminuyendo así la variación de presión a aportar por las bombas.

Una instalación desaladora puede ser más o menos compleja según el caudal o el tipo de agua a tratar y debe contemplar todos los elementos desde la toma de agua hasta el depósito final para el almacenamiento de agua potable.

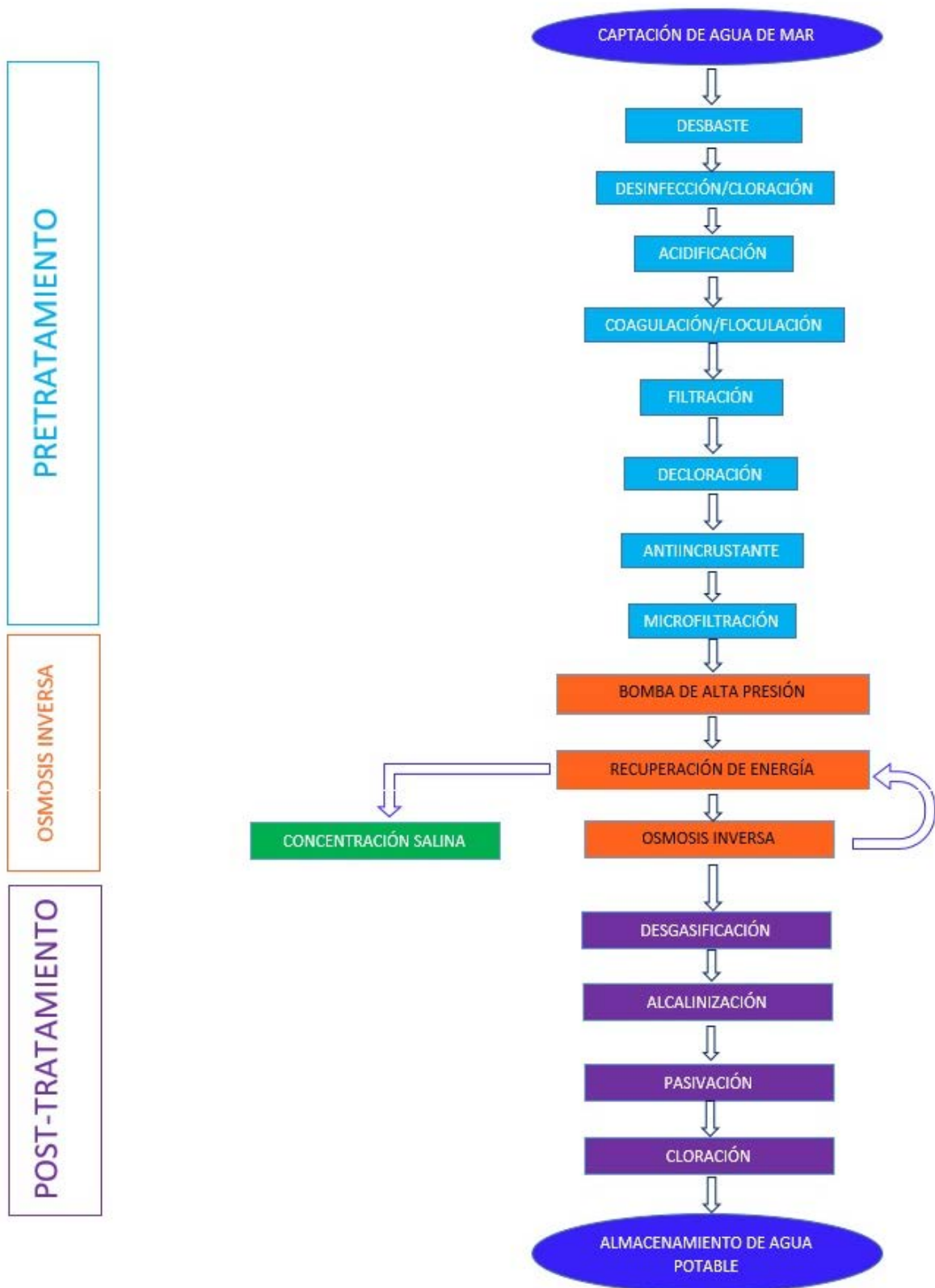


Ilustración 12. Diagrama de flujo de una planta de desalinización por Osmosis Inversa

3.2 Membranas de osmosis inversa

3.2.1 Tipos de membranas

La osmosis inversa se produce gracias a una membrana denominada semipermeable que permite el paso de líquido, pero no el de las sales que lleva disueltas.

A continuación se hace una clasificación de membranas según el material de las membranas:

- **Poliamida aromática (PA)**

- Material plástico no biodegradable
- Muy sensible a oxidantes
- Superficie relativamente ásperas (más propensa a ensuciamiento)
- Carga superficial negativa
- Incremento del paso de sales progresivo y limitado con el tiempo
- Muy baja o ausente compactación
- Amplio espectro de pH
- Límite de temperatura hasta 45°C

- **Acetato de Celulosa (CA)**

- Biodegradables
- Moderada tolerancia a oxidantes, incluyendo cloro libre
- Superficie lisa (menos propensa a ensuciamiento)
- Carga superficial neutra
- Media presión, rechazo de sales máximo de 99,0%
- Rápido incremento del paso de sales
- Tendencia a compactación y pérdida de flujo permeado
- Sensible a hidrólisis por pH
- Límite de temperatura a 35°C

Comparativamente podemos decir que:

- La poliamida es químicamente más resistente que el acetato de celulosa.
- El acetato de celulosa es degradable por bacterias, mientras que la poliamida no.
- La poliamida no resiste en cloro. El acetato de celulosa si los resiste hasta una concentración de 1 ppm, incluso es conveniente que trabaje con algo de cloro para garantizar que no hay presencia de bacterias.
- La poliamida puede trabajar en un intervalo de pH más amplio.
- La poliamida puede trabajar a presiones inferiores.
- El coste económico de las membranas de poliamida es superior el de las membranas de celulosa.

Se define el “módulo” en la osmosis inversa como aquel elemento en el que se dispone la membrana para su utilización industrial.

A continuación se definen los dos tipos de módulos más utilizados en la actualidad:

- **Módulos de arrollamiento en espiral**

Están formados por dos membranas unidas entre sí formando una larga bolsa enrollada alrededor de un tubo perforado que recoge en su interior el agua permeada y que dispone de un espaciador para evitar el contacto entre las membranas y para permitir la circulación del agua a tratar.

Para el enrollamiento de las membranas desaladoras se disponen de éstas alternadas con un separador impermeable y una malla, de forma que en una membrana enrollada en espiral existen tantas láminas como separadores y mallas.

La malla plástica determina los canales hidráulicos por los que circula el agua a tratar y por su forma cuadriculada garantiza un régimen de funcionamiento turbulento lo que reduce las posibilidades de obstrucción por elementos extraños.

El separador impermeable permite aislar el caudal que pasa por cada una de las láminas o membranas y separarlo de la salmuera.

El enrollamiento permite introducir una gran superficie de membrana en un espacio reducido.



Ilustración 13. Membrana de módulo en espiral

- **Módulos de fibra hueca**

Estos módulos están formados por una gran cantidad de membranas de muy pequeño tamaño, dispuestas en su interior de tal forma que una de ellas trabaja en forma independiente de las demás. Están constituidas por un haz de millones de tubos capilares de un material plástico de alta resistencia para evitar la corrosión del tamaño de un cabello humano, y huecos interiores.

Las fibras se colocan paralelas alrededor de un tubo central, doblándose en uno de los extremos y retornando al otro. En ambos extremos del tubo las fibras quedan incrustadas en uno de los discos de la resina epoxi, para darles rigidez.

El agua a tratar llega al módulo por un distribuidor central pasando a la zona del paquete de membranas. El agua pasa a través del interior de ellas hasta llegar al disco soporte que actúa como recolector de permeado. El agua de rechazo saldrá por la parte opuesta al tubo de entrada, siendo recogida mediante un colector para su evacuación.

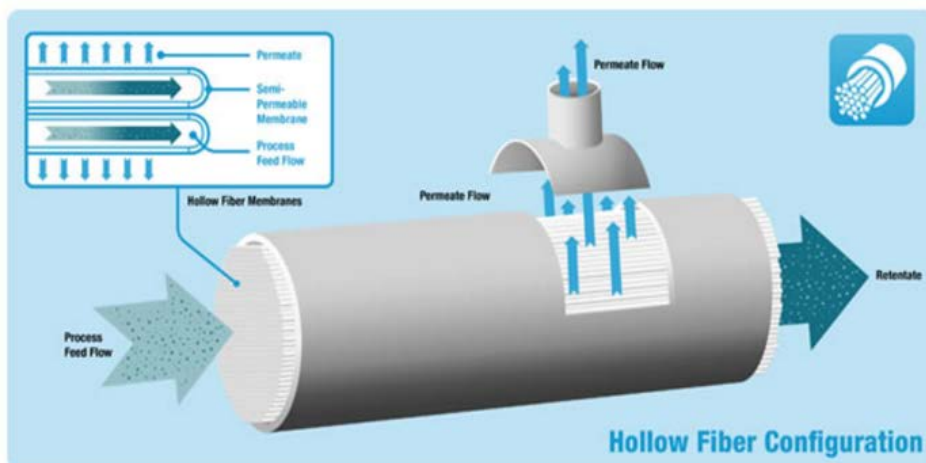


Ilustración 14. Membrana de fibra hueca

Las membranas que se fabrican en la actualidad están normalizadas, con objeto no sólo de poder ser comparadas entre sí entorno a unas condiciones tipo, sino también y en el caso de las membranas de arrollamiento en espiral, poder sustituir unas por otras.

Esta normalización se basa fundamentalmente en el diámetro exterior de la membrana que suele ser de 4" u 8". En cuanto a su longitud, las membranas espirales más comerciales suelen ser de 1 metro, aunque las de 8" también se fabrican de 1,5 metros. Precisamente esta última longitud se está introduciendo cada vez más con objeto de aumentar el caudal, ya que se aprovecha mejor el espacio disponible.

Las membranas de fibra hueca, por su mayor capacidad unitaria, se consideran módulos individuales y sus diámetros comerciales son variables y específicos de cada fabricante, lo que impide con carácter general la sustitución de unas membranas por otras de distintos fabricantes.

En conjunto puede afirmarse que las principales diferencias comparativas entre las membranas espirales y las de fibra hueca son:

- **Capacidad**

Las membranas espirales son más permeables, por lo que producen mayor caudal unitario (L/m^2) que las de fibra hueca, sin embargo, éstas últimas al tener más superficie por módulo, son finalmente de mayor capacidad. En consecuencia, en una instalación de una determinada capacidad de producción, las membranas de fibra hueca son menos y por tanto ocupan menos espacio que las membranas espirales.

- **Presión de funcionamiento**

Al ser menos permeables las membranas de fibra hueca exige mayores presiones para vencer la presión osmótica. Por tanto las presiones de funcionamiento suelen ser mayores, y por tanto mayor es el consumo energético.

- **Ensuciamiento**

La fibra hueca tiene espacios muy pequeños entre las fibras (inferiores a 20 ppm). En las membranas de arrollamiento en espiral en cambio los canales hidráulicos determinados por las mallas separadoras son bastante superiores, por lo que, éstas son menos propensas a ensuciarse u obstruirse que las de fibra hueca.

Además los módulos de fibra hueca tienen en su interior muchas zonas muertas y se ensucian con facilidad. Pueden por tanto ser necesarios sistemas de pretratamiento más caros en instalaciones de este tipo.

- **Rechazo de sales**

Las membranas de fibra hueca suelen tener rechazos inferiores a las de arrollamiento en espiral, con

valores de menos de 99,4% y 99,5% respectivamente, con lo que la calidad del agua obtenida por módulo en el caso de fibra hueca es ligeramente inferior, aunque a este respecto debe tenerse en cuenta la mayor superficie membrana que tienen las instalaciones de fibra hueca y la mayor recuperación por elemento, 35-50% frente al 10-15%. De esta forma las sales que atraviesan la membrana se disuelven en un volumen mayor desde la primera membrana, por lo que la concentración de éste es menor y en consecuencia, en conjunto, el producto de menor salinidad.

- **Por último:**

La sustitución de módulos es más fácil en el caso de membranas de arrollamiento en espiral que en el de fibra hueca en los que debe sustituirse todo el conjunto con su contenedor.

El coste económico de los módulos de fibra hueca es superior a los de espiral.

3.2.2 Colocación de las membranas

En el caso de membranas de arrollamiento en espiral, cada unidad formada por un conjunto de láminas va recubierta exteriormente de una película de poliéster reforzado con fibra de vidrio y alojadas en un tubo de presión, generalmente también de este material, con capacidad para alojar 6 o 7 elementos, aunque también se construyen para aplicaciones específicas, de 2, 3 o 4 membranas.

Las membranas en el interior del tubo de presión se conectan unas con otras, para que formen un conjunto estanco y resistente a los movimientos longitudinales y transversales, mediante los correspondientes interconectores, también de material plástico y alta resistencia. De esta forma se evitan fugas de salmuera que contaminarían el producto y deformaciones como consecuencia de los sucesivos golpes de ariete que se producen cada vez que arranca la instalación.

Los tubos de presión están cerrados por ambos extremos con sendas lapas que disponen de orificios para la conexión de las tuberías de alimentación, producto y rechazo.

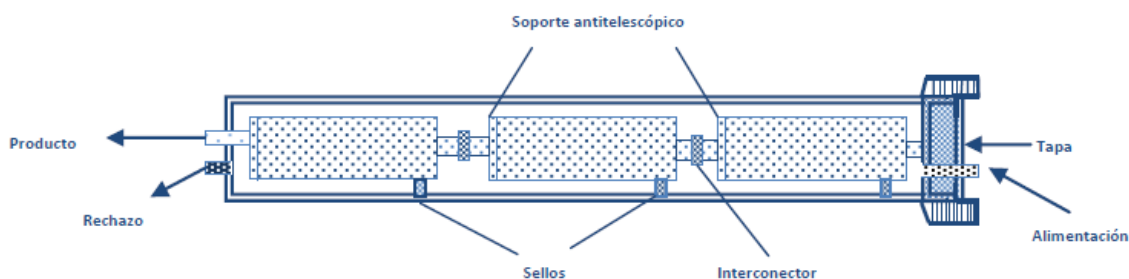


Ilustración 15. Tubo de presión de 3 membranas

Todos estos tubos se colocan en una estructura que los soporta, con todas las conexiones necesarias entre ellos, así como los colectores de alimentación, producto y rechazo del conjunto.

Esta estructura con el conjunto de tubos y colectores, que forman la unidad de producción típica de cada instalación, y que se alimentan desde una bomba, constituye el bastidor o tren de ósmosis inversa.



Ilustración 16. Bastidores de Osmosis Inversa

El objeto de estas estructuras es mejorar la eficiencia de la desalación ya que como el porcentaje de recuperación por módulo es relativamente pequeño (10-50%), si se colocara un solo elemento en la instalación, una gran parte del caudal de agua a tratar sería desperdiciado como salmuera, con la consiguiente ineficiencia del sistema.

Para aprovechar mejor el caudal de salmuera y mejorar el rendimiento los módulos se colocan en serie, para que el rechazo de una membrana sea utilizado como alimentación de la siguiente.

Por otra parte, para adaptarse a la producción deseada deben colocarse por tanto los distintos módulos en paralelo.

Existen varios tipos de configuraciones, de acuerdo a los conceptos siguientes:

- **Etapas**

Es cada una de las unidades de producción que son alimentadas desde una fuente única (bomba de presión). Es decir, un conjunto de tubos de presión colocados en paralelo y alimentados por una bomba constituye una etapa. Si para aumentar la eficiencia de la instalación, el rechazo de una etapa que sale a determinada presión, se introduce en otro tubo de presión se tiene otra etapa.

Obviamente al aumentar el número de etapas de una instalación, se eleva el caudal recuperado como producto, pero como al pasar de una membrana a otra, se va incrementando su salinidad y el rechazo de sales de la membrana no varía, aumenta el flujo de sales y por tanto empeora la calidad del agua producto.

- **Paso**

Es el conjunto de tubos de presión o membranas que siendo alimentadas con los caudales de agua producto que salen de las membranas de la primera etapa de la ósmosis precisan de otra fuente de energía distinta a la anterior para recuperar un nuevo caudal.

- **Etapas de salmuera**

Es la estructura más frecuente de producción y consiste en una serie de tubos colocados en paralelo y otros en serie, de forma que la salmuera de los primeros es usada como alimentación de los segundos.

Como puede verse, dado que en cada etapa se recupera una parte del producto, el caudal de salmuera que llega a la segunda etapa es menor que el inicial y así sucesivamente, por lo que en cada etapa disminuye el número de tubos.

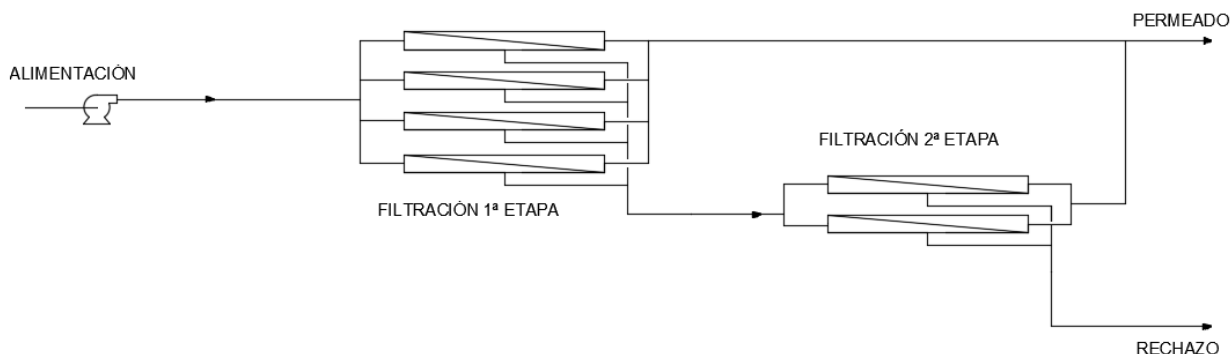


Ilustración 17. Etapas de salmuera

Así por ejemplo ejemplo, el porcentaje máximo de recuperación por tubo de presión de 6 elementos es 50%, y el máximo de etapas que se suelen colocar son tres.

El diseñar una instalación con dos o tres etapas depende en gran medida de la composición química del agua y de la necesidad de recuperación de gran porcentaje del agua tratada.

- **Etapas de producto**

Este tipo de instalación se emplea cuando se quiere mejorar la calidad del agua producto y para ello el permeado pasa de nuevo por otro conjunto de membranas, utilizando para ello una bomba independiente.

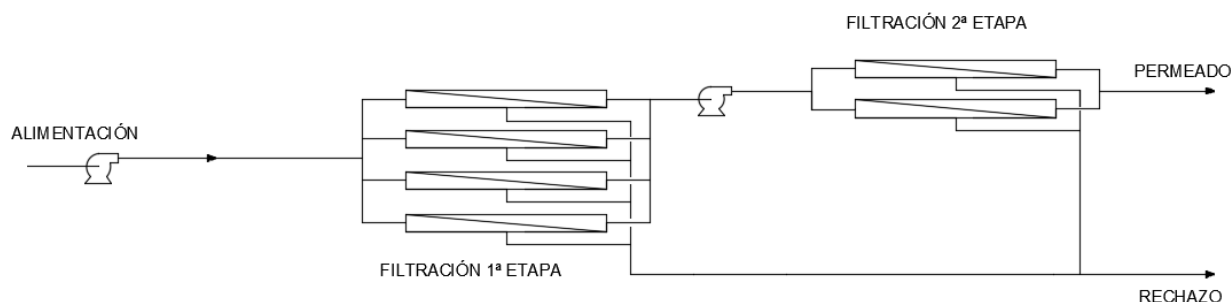


Ilustración 18. Etapa de producto

El permeado de la primera etapa se introduce como alimentación de la segunda etapa; para ello es necesario el empleo de una bomba inter-etapas, ya que el permeado saldrá normalmente a presión atmosférica. Como resultado de esta última configuración, se disminuye el caudal de permeado producido, pero se aumenta la calidad del mismo.

Su utilización cada vez es menor debido a la aparición de membranas de rechazos muy altos, que permiten obtener agua potable en un solo paso. Hoy día se utiliza en la industria, cuando se precisan aguas de calidad superior o para prolongar la vida de las membranas de primera etapa.

3.3 Principio de funcionamiento

3.3.1 Ecuaciones de transporte

A continuación se muestran las ecuaciones principales que representan la transferencia de agua y de sales a través de las membranas:

- **Ecuación del transporte de agua**

$$Q_a = K_W \cdot A \cdot (P_m - \Delta\varphi_m)$$

Donde:

- Q_a : Caudal de agua que atraviesa la membrana (m^3/s)
- K_W : Coeficiente de permeabilidad del agua ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa}$)
- A : Área de la membrana (m^2)
- P_m : Presión diferencial a través de la membrana (kPa)
- $\Delta\varphi_m$: Presión osmótica diferencial a ambos lados de la membrana (kPa)

De esta ecuación se deduce que el caudal es directamente proporcional a la presión neta aplicada y al coeficiente de transporte.

El factor A es característico de cada membrana y depende de varios factores como son: el espesor y material de la membrana, la temperatura, la presión, el pH, el factor de conversión y la concentración salina de la solución.

- **Ecuación del transporte de sales**

$$F_S = K_S \cdot A \cdot (C_a - C_p)$$

Siendo:

- F_S : Flujo de sales (kg/s)
- K_S : Coeficiente de permeabilidad de sales ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)
- C_a : Concentración de sales en agua de alimentación (kg/m^3)
- C_p : Concentración de sales en agua permeada (kg/m^3)

El coeficiente de transferencia de sales es una característica de cada membrana. La polarización aumenta la concentración de sales del agua de alimentación C_a , a medida que el caudal avanza a lo largo de la membrana. Por tanto aumenta el flujo de sales F_S y provoca la disminución de la calidad del producto.

En esta ecuación se comprueba que no existe dependencia directa entre la presión y el flujo de sales; es decir al aumentar la presión no mejora el transporte de sales, ni por tanto tampoco el rechazo de sales.

Si mejora en cambio el caudal de permeado, por lo que el efecto resultante es una mejora de la calidad dado que la misma cantidad de sales se disuelven en un volumen mayor.

3.3.2 Variables que afectan al proceso

- **Temperatura**

Hay unas temperaturas máximas y mínimas de operación impuestas por la propia membrana. El límite inferior para todas las membranas es, obviamente, 0°C, en cuanto al límite superior depende de la membrana y también de la presión.

Los límites superiores son establecidos por los fabricantes en torno a los 35-45°C, con objeto de prevenir ciertos problemas: como la hidrólisis en las membranas de acetato de celulosa, fallos de adherencia en membranas espirales y una compactación excesiva en todas las membranas.

Normalmente el punto de funcionamiento óptimo se produce a una temperatura de 24 a 27°C, aunque estas temperaturas pueden ser perjudiciales en caso de contaminación biológica, dado que favorecen el desarrollo de ésta.

Al aumentar la temperatura también lo hace el caudal, debido a la menor viscosidad del agua al aumentar la temperatura, y por tanto su mayor difusión a través de la membrana, pero también disminuye el rechazo de sales, que se debe a un efecto dilatador del agua en la membrana, a un incremento de solubilidad de la sal en la membrana, o ambos, con lo que se compensan los posibles efectos positivos del aumento de temperatura.

Por otra parte, en la práctica no es rentable calentar el agua, ya que la energía necesaria para el aumento de la temperatura 1 °C es superior al ahorro que se consigue a dicha temperatura.

Por otro lado, la disminución de la temperatura provoca que aumente el consumo energético de compresión, pero se mejora la calidad de agua producto.

- **Presión**

La productividad es siempre mayor operando a alta presión que a baja presión, pero a lo largo del tiempo el aumento de la presión de operación produce una compactación de la membrana que a su vez reduce el caudal.

Por otra parte, al aumentar el flujo de la membrana, el ensuciamiento se acelera por efecto de la polarización de la concentración en la superficie de la membrana.

El descenso de caudal por estos efectos puede alcanzar hasta el 25%. Pero la presión también influye sobre la conductividad del agua osmotizada, pues al aumentar el flujo a través de la membrana, disminuye aquella al reducirse la salinidad.

Por otra parte, las fuerte pérdida de carga afecta a la estabilidad mecánica del sistema, por lo que si ésta es elevada, pueden producirse daños en la membrana.

Para conseguir caudales de permeado razonables es normal trabajar a presiones entre 20 y 30 atm por encima de la presión osmótica.

- **pH**

El rechazo de sales de las membranas depende en cierta medida del pH, pues cada material tiene un pH al que el rechazo es máximo.

Las membranas de acetato de celulosa son muy sensibles a estas variaciones, de forma que solo pueden actuar entre valores de pH de 4 a 7 durante periodos reducidos, como ocurre durante el lavado. Fuera de esos valores recomendados de pH las membranas se hidrolizan.

Las membranas de poliamida son menos sensible, pudiendo funcionar sin mayores problemas entre valores de pH de 4 a 11.

Normalmente hay un valor óptimo de pH al que la membrana tiene el mayor rechazo de sales, y por tanto conviene trabajar lo más cerca posible de este valor, a medida que nos separamos de este valor el rechazo de sales se deteriora y, por tanto, en igualdad de las restantes condiciones de temperatura o presión la calidad del agua producto es inferior.

Sin embargo, en determinadas circunstancias puede interesar trabajar a un pH distinto del óptimo de la membrana, todo dependerá de la evaluación económica de los costes que supone.

3.4 Ensuciamiento de las membranas

El agua de mar posee en su composición química una serie de componentes orgánicos y no orgánicos que deben de ser controlados mediante unos tratamientos físicos y químicos (pretratamiento) antes de poder acceder a las membranas de osmosis inversa, ya que estas membranas son unos elementos altamente sensibles a ciertos compuestos.

Mediante esos tratamientos previos se pretende la prevención de incrustaciones, ensuciamiento y el ataque químico sobre las membranas.

- Incrustaciones: Las incrustaciones se pueden producir como efecto de la precipitación de las sales disueltas en el agua de alimentación. Para evitarlo se debe tener especial cuidado en no sobrepasar los límites de solubilidad de las sales.

Este hecho repercute directamente en la conversión de la planta ya que, a medida que se aumenta la conversión, se aumenta la concentración de sales en las membranas, aumentando así el riesgo de precipitación formando incrustaciones.

Si esto se produce, se empezarían a notar los efectos producidos al observar un incremento en la presión de operación, debido a la gran resistencia al paso de agua producto a través de las membranas generado por las incrustaciones.

- Ensuciamiento: El ensuciamiento de las membranas se produce cuando quedan atrapadas ciertas sustancias en el interior. El ensuciamiento puede ser de tres tipos:
 - Coloidal: Producido por la deposición sobre la superficie de la membrana de partículas de gran tamaño y de partículas coloidales que flocculan, obstruyendo los canales hidráulicos de las mismas.
 - Biológico: Puede producirse bien porque la solución de aporte contenga suficientes elementos nutritivos como para favorecer el rápido desarrollo de microorganismos dentro de las membranas. Otra posible causa es que se haya eliminado la cloración del agua de alimentación.
 - Orgánico: Se produce por la adsorción de componentes orgánicos solubles sobre la superficie de la membrana. Se controla con una selección de los productos químicos a aditar, el tipo de membrana y realizando limpiezas químicas de las membranas.

4 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

4.1 Datos de partida

La planta diseñada tendrá la capacidad de producir hasta 40.000 m³/día de agua potable a partir de agua de mar Caribe. Este sobredimensionamiento se justifica teniendo en cuenta que de éste modo no es necesario disminuir la producción por debajo de los 30.000 m³/día mientras se limpian el resto de bastidores de osmosis o se reparan posibles fallos de equipos.

La planta se encuentra situada en el Noreste de la isla, en Pie Corner, a pocos metros del mar, como se muestra en el plano de emplazamiento, que se encuentra en el Anexo III: Planos. Esta zona se caracteriza por tener menos densidad de arrecifes de coral que en otras zonas que rodean la isla, de éste modo se reducen los posibles daños producidos al Medio Marino en la realización de las obras de instalación de emisario e inmisario submarino e incluso en la operación diaria de la planta.

Las características de agua de alimentación a planta se recogen en la siguiente tabla:

Parámetros	Valores	Unidad
Conductividad	53900	µS/cm
Turbidez	<1	NTU
TDS	36537	mg/L
Temperatura	27,1	°C
pH	7,3	
CATIONES		
Amonio (NH ₄ ⁺)	0,03	mg/L
Potasio (K ⁺)	446,93	mg/L
Sodio (Na ⁺)	10312,48	mg/L
Magnesio (Mg ²⁺)	1511,60	mg/L
Calcio (Ca ²⁺)	616,68	mg/L
Estroncio (Sr ²⁺)	10,42	mg/L
Bario (Ba ²⁺)	0,00	mg/L
Boro (B ²⁺)	3,00	mg/L
ANIONES		
Carbonato (CO ₃ ²⁻)	70,93	mg/L
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	2481,03	mg/L
Nitrato (NO ₃ ⁻)	2,61	mg/L
Bromo (Br ⁻)	70,50	mg/L
Cloro (Cl ⁻)	18171,62	mg/L
Flúor (F ⁻)	1,59	mg/L
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	2862,37	mg/L
Sílice (SiO ₂ ⁻)	31,98	mg/L

Tabla 1. Calidad del agua de alimentación a planta.

4.2 Calidad del agua producto

El agua potable producida debe tener las siguientes características, para cumplir los criterios de agua de para consumo humano según la Barbados Water Authority.

Table 1 Treated Water Quality Guidelines and the Target Water Qualities			
Parameter	Unit	Target*	WHO Guidelines
Turbidity	NTU	< 0.1	0.1
Nitrate	mg/l (as N)	< 8	< 10
PH		6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Treated Water Free Chlorine Residual (after 30 min. contact time at pH < 8.0)	mg/l	≥ 0.1	≥ 0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	<500	500
Chlorides	mg/l	<250	250

* The WHO guidelines for nitrate concentration shall be achievable for up to 25-30 mg/l of NO₃ (as N) in the raw water.

Tabla 2. Criterio de calidad del agua de consumo humano según la BWA.

Además de estos criterios, se deberá cumplir también el RD 140/2003, del 17 de febrero, por el que se establecen los criterios de la calidad del agua de consumo humano, para aquellos elementos que no vengan especificados según la especificaciones de la Barbados Water Authority.

4.3 Descripción del proceso

4.3.1 Toma de agua de mar

La toma de agua de mar se puede realizar mediante dos procedimientos básicos de captación:

- Captación cerrada: Mediante pozos profundos, pozos playeros, drenes horizontales, cántaras, etc.
- Captación abierta: Mediante captación superficial, torres sumergidas, escolleras, etc.

En la tabla 3, se resumen las características de ambos procedimientos de captación.

Captación cerrada	Captación abierta
<ul style="list-style-type: none">• Agua limpia como consecuencia de la acción filtrante del terreno.• Mínima actividad orgánica o biológica.• Baja concentración de oxígeno disuelto.• Temperaturas estables.• Posible presencia de importantes concentraciones de hierro, manganeso, sílice y aluminio.• Posible contaminación por nitratos y plaguicidas.• Composición química bastante estable aunque sujeta a variaciones temporales o estacionales por contacto con otros acuíferos.	<ul style="list-style-type: none">• Contenido en sólidos en suspensión importante y variable.• Importante actividad biológica y presencia de materia orgánica.• Mayor exposición a la contaminación.• Importante concentración de oxígeno disuelto.• Composición química muy variable.• Posible presencia de gran variedad de contaminantes.• Temperaturas más variables.

Tabla 3. Tipo de captaciones para desalación.

Analizando la tabla, es fácil llegar a la conclusión de que las captaciones cerradas son preferibles a las abiertas, debido a la estabilidad de la composición del agua y la limpieza por filtración del terreno, que es esencial para no dañar las membranas de ósmosis inversa. Aunque, desde el punto de vista de la garantía de caudal, las ventajas son para la toma abierta, ya que la experiencia demuestra las dificultades de asegurar el caudal de producción mediante la captación cerrada.

Para esta planta, se ha elegido captación abierta mediante torre de toma, debido a que debe asegurarse el caudal a tratar. La torre de toma se ha diseñado de forma que produzca las mínimas variaciones posibles en la calidad del agua bruta, de modo que afecte lo menos posible tanto al proceso, como a la calidad del agua producida.

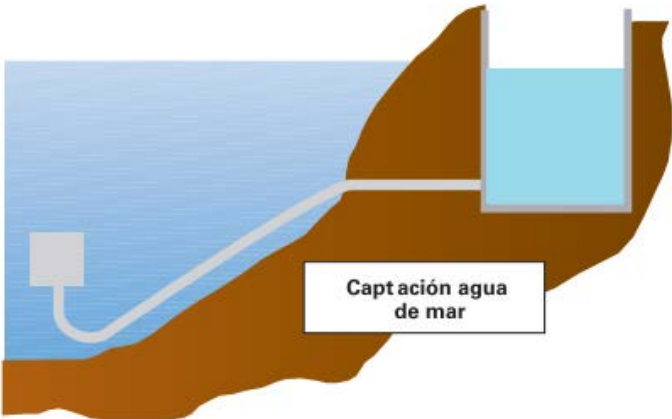


Ilustración 19. Captación de agua de mar mediante Torre de Toma.

La torre de toma, de aproximadamente 5 metros de altura total, descansa a una profundidad de aproximadamente 25 metros y a una distancia de 1.500 metros de la costa. El agua entra a la torre por la parte superior de forma horizontal, a través de unas rejillas fabricadas de PRFV que sirven de filtro, para evitar la inmovilización y reducir el arrastre de peces y otros objetos. Para ello la velocidad de aproximación a las rejas debe ser inferior a 0,15 m/s, tratándose de un flujo completamente laminar.



Ilustración 20. Torre de toma de agua de Mar.

La altura de dichos puntos de toma sobre el lecho marino asegura la ausencia de cantidades importantes de sólidos en suspensión y su distancia sobre la superficie asegura la ausencia de luz solar que pudiera fomentar un crecimiento biológico, dañino para el proceso de osmosis inversa.

En la base de la torre se encuentra conectada la tubería del inmisario submarino, de 1,2 metros de diámetro fabricada en polietileno de alta densidad (PEAD) con lastres de hormigón, debido a su mayor resistencia a la corrosión, que conduce el agua de mar hasta la costa.



Ilustración 21. Inmisario submarino.

Una vez en la costa, el agua llegará a la cántara de captación, un depósito pulmón con capacidad de abastecer una hora el caudal de alimentación de la planta fabricado en hormigón, desde donde será enviada hacia la planta desaladora. El volumen de dicha cántara será de 3726 m³.

La planta desaladora se encuentra a unos 400 metros de la costa, de modo que desde la cántara de captación el agua se envía al pozo de bombeo, un depósito pulmón también fabricado en hormigón que se encuentra a la entrada de la planta y tiene un volumen de 1260 m³. Para ello se disponen de 5 bombas sumergibles Sulzer ABS XFP en disposición 4+1R. Estas bombas están equipadas con motores Premium Efficiency con categoría de eficiencia IE3. El conducto por el que circula el agua hasta el pozo de bombeo tiene 1,1m de diámetro interior y está fabricado en polietileno de alta densidad.

4.3.2 Pretratamiento

Como se comentó anteriormente las membranas de osmosis inversa pueden encontrar serios problemas que pueden dañar las membranas como ensuciamiento, incrustaciones y ataque a las membranas. Para evitar que se produzcan estos fenómenos se hace necesario pretratar el agua de alimentación con objeto de proteger las membranas, prevenir posible problemas futuros durante la explotación de la planta, disminuir los lavados y con ello las paradas de la instalación, aumentar la calidad del agua producto, aumentar la eficiencia y aumentar la vida útil de las membranas.

El diseño de este pretratamiento dependerá en gran medida de la salinidad del agua de alimentación, el origen (toma abierta o toma cerrada), la composición química, la variabilidad en el tiempo y la conversión del proceso.

El pretratamiento necesario para esta planta consistirá en:

- Desinfección
- Acidificación
- Coagulación
- Filtración de arena y antracita
- Decoloración
- Antiincrustante
- Filtración de cartuchos

4.3.2.1 Desinfección

La desinfección tiene como objetivo eliminar o reducir la carga biológica del agua, disminuyendo los riesgos derivados de la presencia de microorganismos que pueden generar ensuciamiento de las membranas y como consecuencia una disminución del rendimiento de la instalación. El hipoclorito de sodio (NaClO) es el producto más empleado en desinfección ya que es un compuesto fuertemente oxidante, económico y de fácil adquisición.

Se empleará una solución de hipoclorito de sodio al 13% (160 mg/L). Para la dosificación será necesario instalar un depósito con un volumen útil de 40 m³ fabricado en PRFV, ya que debe cubrir las necesidades de la instalación durante al menos 15 días, teniendo en cuenta que también hay que clorar el agua permeada en el post-tratamiento, como se verá más adelante.

La dosificación se realizará a la salida del pozo de bombeo, que se encuentra en el edificio de bombeo

Se instalarán dos bombas dosificadoras de diafragma en disposición 1+1R, siendo una en reserva. Estas bombas son capaces de dosificar un caudal de hasta 110L/h. Estas bombas son de la marca JESCO modelo MEMDOS E/DX 160. Las líneas de dosificación serán DN10 de polietileno de alta densidad.

La adición de hipoclorito se regulará con un variador de frecuencia que actuará en función del caudal de la entrada a la planta.

El cálculo justificativo de la dosificación de hipoclorito sódico se realiza en el apartado 4 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

4.3.2.2 Acidificación

La acidificación tiene como principal objetivo corregir el pH para evitar la precipitación de carbonato cálcico en las membranas de osmosis, ya que la solubilidad de esta sal disminuye al aumentar el pH, mejorar la actividad de los coagulantes y favorecer la eliminación de boro. El ácido sulfúrico (H_2SO_4) es el ácido más comunmente usado debido a su fácil adquisición.

Se empleará ácido sulfúrico al 98% y la instalación necesaria para su dosificación consiste en: bombas y sus dispositivos de seguridad y filtración, depósito con capacidad para 15 días de funcionamiento y provisto de un deshumectador de gel de sílice. El volumen del depósito será de 15 m^3 fabricado en Polipropileno de alta densidad y las bombas dosificadoras serán de diafragma de la firma JESCO modelo MEMDOS E/DX 50, ya que el caudal a aportar se estima en 41 L/h. Las líneas de dosificación serán DN10 de polietileno de alta densidad.

En este caso, dada la peligrosidad del producto, el depósito deberá ir colocado en el interior de un cubeto, recubierto interiormente de baldosa antiácido y de capacidad de al menos igual que la del mismo. Su ubicación será en lugar abierto para impedir la acumulación de gases tóxicos.

La adición del ácido se regulará con un variador de frecuencia que actuará en función del pH y el caudal de entrada a la planta.

La dosificación se realizará entre el pozo de bombeo y los filtros de arena-antracita.

El cálculo justificativo de la dosificación de ácido se realiza en el apartado 4 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

4.3.2.3 Coagulación

La coagulación es la operación en que las partículas en suspensión aumentan su superficie de contacto debido a la adición de un coagulante. Debido a la floculación, las partículas se agrupan en partículas mayores (coagulación) y alcanzan la masa suficiente para sedimentar. Esta agrupación se debe a que el coagulante desestabiliza eléctricamente a los coloides creando unas fuerzas de atracción que genera una aglomeración de las partículas.

Se empleará cloruro férrico ($FeCl_3$) al 40% de riqueza. El volumen del depósito será de 25 m^3 fabricado en PRFV y las bombas dosificadoras en disposición 1+1R serán de diafragma de la firma JESCO modelo MEMDOS E/DX 75/76, ya que el caudal a aportar se estima en 64 L/h. Las líneas de dosificación serán DN10 de polietileno de alta densidad.

La adición de coagulante se regulará con un variador de frecuencia que actuará en función del caudal de la entrada a la planta.

La dosificación se realizará entre el pozo de bombeo y los filtros de arena-antracita.

El cálculo justificativo de la dosificación de coagulante se realiza en el apartado 4 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

4.3.2.4 Filtración de arena-antracita

A fin de reducir la cantidad de coloides y materia en suspensión del agua de alimentación se instala una etapa de filtración mediante lechos de arena-antracita, disminuyendo el potencial ensuciamiento que se produciría en las membranas.

Esta filtración se encarga de reducir el SDI por debajo de 5. Esta operación se realiza de forma continua, llegando a producirse una colmatación del lecho filtrante lo que provocará el aumento de la pérdida de carga de la instalación.

Los filtros de arena que se utilizan en las instalaciones son generalmente a presión, y se colocan en paralelo, con un filtro de reserva para realizar el lavado de forma individual, sin tener que detener la instalación. En este caso se instalarán 6 filtros horizontales de 51 m^2 de superficie filtrante por unidad en disposición 5+1R, de la firma Degremont (filtros Seaclean), fabricados en acero galvanizado y recubiertos interiormente por una película plástica para aislar el hierro del agua.

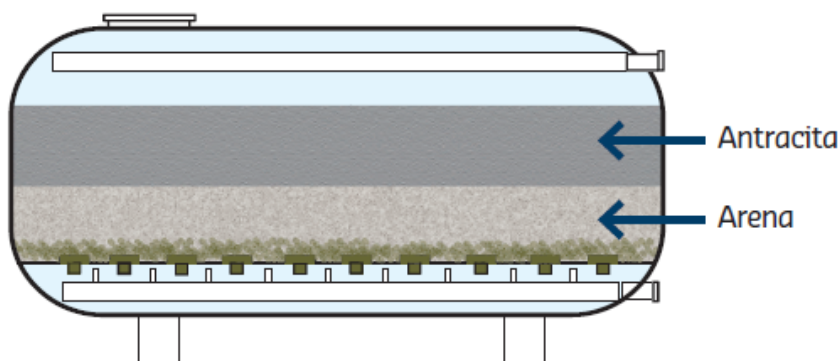


Ilustración 22. Filtros de Arena-Antracita de la firma Degremont.

El movimiento del agua en estos filtros siempre es en sentido vertical, penetrando por la parte superior del filtro y descendiendo el agua a través de las capas filtrantes, que retienen los materiales sólidos y algas que transporta. En su parte inferior llevan un colector provisto de boquillas que recogen el agua filtrada.

Los filtros estarán dotados de las conexiones necesarias así como de bocas de hombre para su revisión y acceso al interior. La operación de los mismos se realizará de forma automática, disponiéndose de los equipos de control y accionamiento necesarios como se muestran en el P&ID 001.

La limpieza de los filtros se realiza con aire y agua, por lo que es necesario equipos para este cometido. Tanto el aire como el agua de lavado se introducen al filtro desde su parte inferior, por debajo del material filtrante, de forma que el agua en su movimiento ascendente arrastra los materiales que obstruyen el filtro y es eliminada por la parte superior del mismo.

Para la limpieza con agua se instalará una bomba se instalará una bomba de la firma SULZER modelo AHLSTAR W RANGE TYPE WPP/T, capaz de impulsar un caudal de $918 \text{ m}^3/\text{h}$ a una presión de 4 bar. Para la limpieza con aire se instalará una soplante capaz de impulsar un caudal de $2550 \text{ m}^3/\text{h}$ de aire.

El cálculo justificativo de los equipos de filtración y lavado de los filtros se realiza en el apartado 5 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

4.3.2.5 Decloración

La función principal de la decloración es eliminar el cloro y las cloraminas, ya que son extremadamente agresivas para las membranas semipermeables.

El declorante más utilizado es el Bisulfito Sódico (NaHSO_3). Es un excelente agente reductor y la dosificación correcta funciona como reemplazo de los filtros de carbón activado en la adsorción de muchos compuestos clorados.

La aplicación se puede efectuar tanto entre los filtros de arena-antracita y filtros de cartucho, como a la salida de estos últimos, antes de la aspiración de las bombas de alta presión.

La aplicación entre los filtros ofrece unas mayores garantías de eficacia, pero tiene el inconveniente de que el circuito hidráulico y los filtros de cartuchos quedan desprotegidos del desinfectante, por lo que según el tipo de contaminante, puede volver a reproducirse en estos filtros.

En este caso se instalará la dosificación entre ambos filtros, buscando incrementar la eficacia de decloración.

Para la dosificación se instalarán dos depósitos agitados en paralelo de 10 m^3 cada uno fabricados en PRFV, que permitan la preparación del producto en uno de ellos cuando el otro comienza a agotarse, dos bombas dosificadoras de diafragma de la firma JESCO modelo MEMDOS E/DX 160 en disposición 1+1R. Los agitadores son de tipo turbina de 3 palas de acero inoxidable AISI 316L.

La adición se regulará con un variador de frecuencia que actuará en función del caudal de entrada a la planta.

El cálculo justificativo de la dosificación de bisulfito se realiza en el apartado 4 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

4.3.2.6 Antiincrustante

La aplicación de antiincrustantes se realizará después de los filtros de arena-antracita y antes de los filtros de cartuchos. De esta forma se evita que los primeros retengan parte del producto y los segundos impiden que, si una parte del producto no se ha disuelto bien, pueda pasar a las membranas.

El antiincrustante más utilizado es el Hexametafosfato Sódico (HMP).

Para la dosificación se instalarán dos depósitos agitados en paralelo de 2,5 m³ cada uno fabricados en PRFV, que permitan la preparación del producto en uno de ellos cuando el otro comienza a agotarse, dos bombas dosificadoras de diafragma de la firma JESCO modelo MEMDOS E/DX 50 en disposición 1+1R. Los agitadores son de tipo turbina de 3 palas de acero inoxidable AISI 316L.

La adición se regulará con un variador de frecuencia que actuará en función del caudal de entrada a la planta.

El cálculo justificativo de la dosificación de bisulfito se realiza en el apartado 4 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

4.3.2.7 Filtración de cartuchos

La filtración de cartuchos es el último de los pretratamientos físicos a los que se ve sometido al agua de alimentación antes de llegar a los bastidores de osmosis inversa.

Se utilizan en las instalaciones para poder garantizar un nivel de filtración mínimo de 5 micras, que es el requerido por los fabricantes de membranas.

Son depósitos metálicos con interior recubierto como los filtro de arena, y utilizan como medio filtrante unos cartuchos de polipropileno o plástico. Los filtros se colmatan periódicamente por lo que se sustituyen cuando la pérdida de carga supera 1bar de presión.

El flujo del agua en los cartuchos se realiza desde la parte exterior inferior hacia el eje en el que se recoge el agua filtrada y sale por su parte superior.

Se instalarán 8 filtros de cartucho en disposición 7+1R de la firma PUTSCH fabricados acero inoxidable 316L.



Ilustración 23. Filtros de cartucho de la marca PUTSCH.

El cálculo justificativo de los equipos de filtración se realiza en el apartado 4 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

El resto de características técnicas de todos los equipos de pretratamiento, tanto físicos como químicos, se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

4.3.3 Osmosis inversa

El proceso de osmosis inversa, como se ha explicado en apartados anteriores, consiste en la separación del agua de alimentación en dos corrientes mediante la utilización de una membrana semiermeable, que permite el paso del líquido pero no de las sales. De este modo se obtienen dos corrientes, una denominada permeado (con baja concentración de sales) y otra denominada rechazo (con alta concentración de sales).

Para que se produzca este efecto con el rendimiento deseado (45%) es necesario que el agua de alimentación sea bombeada a alta presión hacia las membranas semipermeables.

Para la realización de este proceso se ha diseñado una instalación que comprende 8 bastidores de osmosis inversa, cada uno de estos bastidores contiene 44 tubos de presión, y cada tubo de presión contiene 7 membranas semipermeables.

Cada tubo de presión está formado por 2 membranas SW30HRLE-440i a la entrada y 5 membranas SW30ULE-440i del fabricante DOW FILMTEC. Para un caudal de entrada de 3704 m³/h se obtiene un caudal de permeado de 1666,67 m³/h y un caudal de rechazo de 2036,71 m³/h. Para ello es necesario que la alimentación sea bombeada a 59,04 bar de presión a la entrada de las membranas. Para ello se instalan 5 bombas de alta presión multietapa de cámara partida en disposición 4+1R de la firma SULZER modelo MSD-RO de acero superduplex, con alta resistencia a la corrosión.

Para reducir el consumo energético de la planta, se prevé la instalación de una Turbina Pelton que aprovechará la presión del agua rechazada para recuperar toda la energía posible a fin de disminuir la energía a aportar al motor de las bombas de alta presión.

Los cálculos justificativos de la instalación de osmosis se realiza en el apartado 7 del Anexo I: Memoria de Cálculo.

4.3.4 Post-Tratamiento

El post-tratamiento tiene como objetivo la remineralización del agua desalada. Para ello es necesario aumentar la dureza cálcica y la alcalinidad del agua desalada hasta valores que permitan alcanzar un LSI próximo a cero ($-0,5 < \text{LSI} < +0,5$). En algunos casos también se busca que el agua sea estable en contacto con la atmósfera.

Las diferentes técnicas disponibles para la remineralización son:

1. Adición de Carbonato cálcico y dióxido de carbono.
2. Adición de Hidróxido cálcico y dióxido de carbono.
3. Adición de Dolomita y Dióxido de carbono.
4. Adición de Carbonato cálcico y Ácido sulfúrico
5. Adición de Cloruro cálcico y Bicarbonato sódico.

Las más utilizadas en la práctica son las técnicas 1 y 2. Para el diseño de esta planta se ha elegido la técnica 1.

Para realizar la remineralización en primer lugar se realiza la dosificación del CO₂. Para ello el agua permeada deberá atravesar los disolvedores de CO₂ de baja presión.

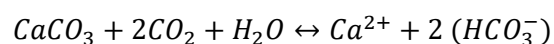
Los dosificadores de CO₂ están compuestos de los siguientes elementos:

- Se instalarán 6 disolvedores en disposición 5+1R, en el cual el CO₂ se dosifica a contracorriente. La velocidad del agua en el disolvedor debe mantenerse en 0,07 + 0,02 m/s para evitar así el arrastre de burbujas. La presión diferencial del agua y la del gas debe ser del orden de 0,25bar. Debe disponer de un número suficiente de difusores de CO₂ de baja presión para garantizar una dosificación correcta aún a dosis elevadas. Dispondrá de dispositivos interiores que faciliten la mezcla de las burbujas de CO₂.
- Difusores de CO₂, con tamaño de poros que permiten la dosificación con una pérdida de carga mínima.
- Visor de burbujas: Está situado a lo largo de la pared del tanque como una franja semitransparente que permite visualizar el CO₂ no disuelto.



Ilustración 24. Disolvedores de CO2 a baja presión (Fabricante Drintec).

Posteriormente, se encuentra una etapa de filtración en lecho de calcita, produciéndose la siguiente reacción:



Esta reacción aumenta el pH y la dureza del agua hasta alcanzar un equilibrio químico. Una vez que ha fluido a través del lecho, el agua carbonatada ahora re-entra en una zona de no-flujo y luego sale de la célula a través de un rebosadero perimetral. El desbordamiento es entonces canalizado a una salida en un lado del tanque.

El material filtrante es calcita granulada con pureza del 99% y tamaño de partículas entre 1 y 4 mm.

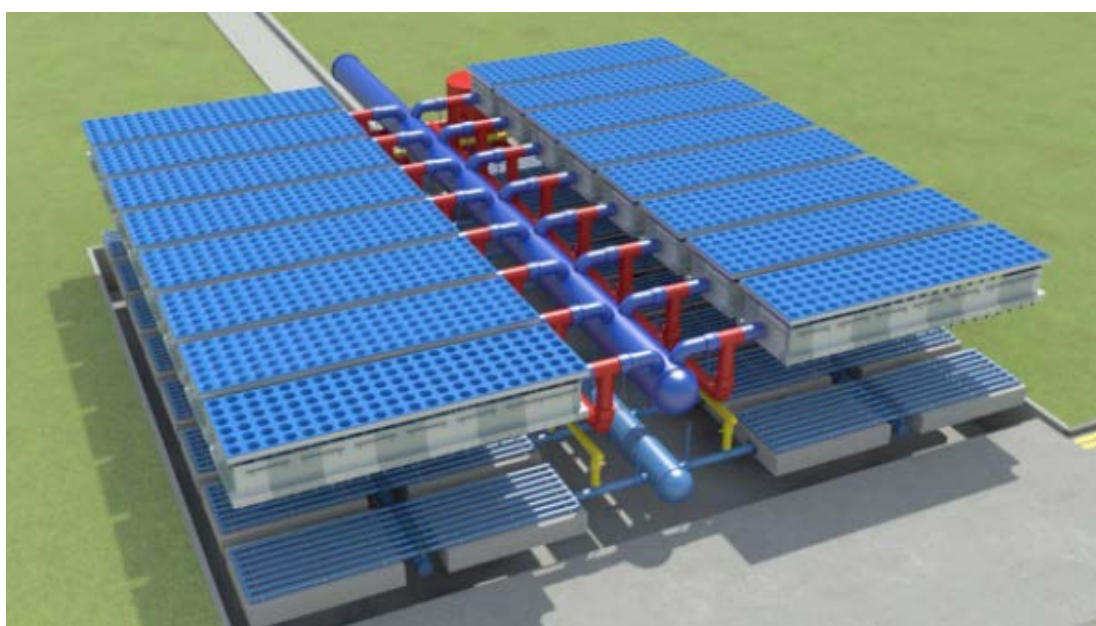


Ilustración 25. Lechos de calcita.

Se instalarán 7 lechos de calcita en disposición 6+1R con las siguientes dimensiones 2,5mx8mx3m (AnchoxLargoxAlto) y con un caudal unitario por lecho de 277,78 m³/h, a una velocidad máxima de 15 m/h.

Finalmente el agua permeada requiere la adición de cloro con el fin de eliminar elementos patógenos y perjudiciales para la salud. Para ello se dosifica hipoclorito sódico (NaClO).

De este modo se consigue que el agua permeada cumpla con las calidades requeridas como agua apta para consumo humano.

4.3.5 Almacenamiento de agua potable

El agua potable producida en la planta deberá ser almacenada en depósitos de agua pulmon previos a la red de distribución de la isla. Estos depósitos deberán ser capaces de almacenar al menos el agua necesaria para el abastecimiento de la isla durante un día. De modo que se instalarán dos depósitos de 15.000 m³ cada uno, fabricados en hormigón con 26 metros de diámetro y 30 metros de alto.



Ilustración 26. Depósitos de agua potable.

4.3.6 Tratamiento de aguas rechazadas y de limpieza

Para el almacenamiento del agua rechazada y residual producida en la planta por limpieza de membranas y filtros se prevé la instalación de un depósito decantador. Este depósito tiene el objetivo de servir de depósito pulmón de agua rechazada, neutralizar y de recoger los posibles fangos producidos por la deposición de las incrustaciones retiradas de las membranas y los filtros tras la limpieza.

Este depósito será de hormigón y tendrá el fondo cónico. El volumen útil del depósito será de 1000 m³, lo suficiente para almacenar el agua rechazada durante 30 minutos a pleno rendimiento de la planta.

Los posibles elementos flotantes serán recogidos mediante un skimmer y los fangos producidos por el fondo cónico siendo enviados por gravedad hasta un equipo de centrifugación que separará los fangos/sólidos del agua. Los fangos serán enviados mediante un tornillo sin fin a una cuba de recogida de fangos, mientras que el agua líquida se recircula hasta el decantador.

Por la zona intermedia del decantador se captará el agua líquida de rechazo, exenta de fangos y neutralizada para ser enviada al mar mediante emisario submarino.

La neutralización se realiza mediante la adición de HCl o NaOH, con los depósitos y equipos de dosificación disponibles para tal fin.

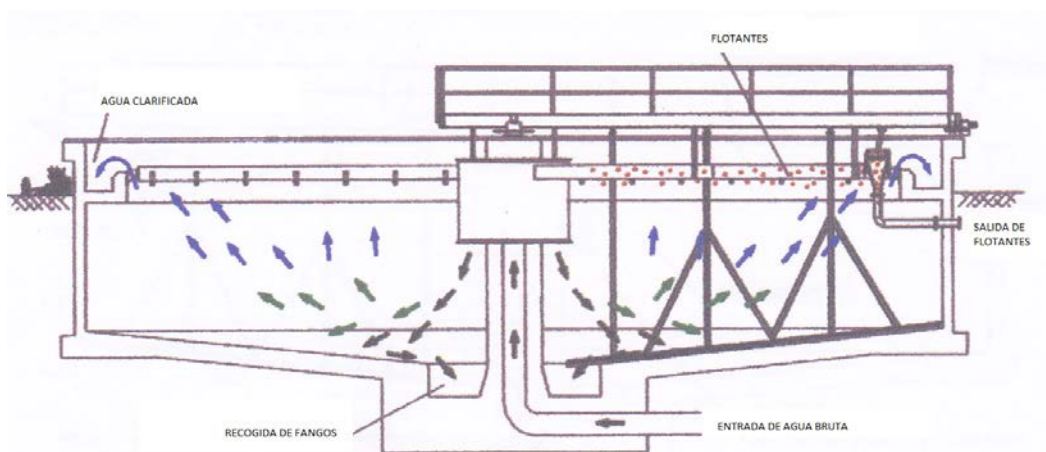


Ilustración 27. Decantador de agua residual.

4.3.7 Emisario submarino

El agua rechazada y de limpieza obtenida en la planta se ha planteado emitirla al mar mediante un emisario submarino.

Para la emisión del agua rechazada y de limpieza neutralizada se usará un emisario submarino fabricado en polipropileno de alta densidad. Para la implantación del emisario, con el fin de minimizar el impacto ambiental, hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar las curvas.
- Mantener una pendiente razonable, para evitar acumulaciones de suciedad o sólidos.
- Asegurar la estabilidad del emisario.
- Proteger al emisario contra los impactos.
- Prestar especial atención en la zona de rompientes.

Además de estas recomendaciones, se recirculará parte del agua captada desde la cántara de captación con el fin de reducir la concentración salina de emisión al mar con el fin de reducir las posibles repercusiones sobre la biota marina.

La longitud del emisario será de 1.500m, tendrá un diámetro de 1,1m, siendo la velocidad máxima de circulación por el emisario de 1m/s y estará alejado de la torre de toma y de los arrecifes de coral que rodean la isla.



Ilustración 28. Emisario submarino.

Este emisario dispondrá de 14 difusores, repartidos en dos conductos en forma de Y, con una separación entre ellos de 3m. Los difusores tendrán una inclinación de 45° respecto a la línea de costa y se han diseñado para que la velocidad máxima de descarga por los orificios sea de 5 m/s, de modo que los diámetros de los orificios serán de 0,13m.



Ilustración 29. Difusores de emisario sumarino.

4.4 Listado de equipos

A continuación se muestran los listados de equipos de procesos con algunas de sus características. Las listas están divididas en:

- Depósitos
- Bombas y soplantes
- Agitadores
- Otros equipos

Para mayor detalle observar las hojas de datos que se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos.

4.4.1 Depósitos

DESIGNACIÓN	FLUIDO	VOLUMEN (m3)	MATERIAL	Notas
D-001	Agua bruta	3726	Hormigón	Cantara de captación
D-002	Agua bruta	1260	Hormigón	Pozo de bombeo
D-003	Agua pretratada	1260	Hormigón	Depósito de agua pretratada
D-004	Agua permeada	1260	Hormigón	Depósito de agua permeada
D-005 A/B	Agua producto	15000	Hormigón	Depósito de agua producto
D-006	Agua permeada	90	PRFV	Desplazamiento
D-007	Agua permeada	12	PRFV	Limpieza química
D-008	Agua rechazada	1000	Hormigón	Tanque decantador
D-009	NaClO (13%)	40	PRFV	
D-010	H2SO4 (98%)	15	PPAD	Polipropileno alta densidad
D-011	Cl3Fe (40%)	25	PRFV	
D-012 A/B	NaHSO3 (40%)	10	PRFV	
D-013 A/B	HMP (5,5%)	2,5	PRFV	
D-014	CO2 (99,9%)	13	PRFV	
D-015A/B	HCl (37%)	3	PRFV	Lavado ácido
D-016A/B	NaOH (50%)	3	PRFV	Lavado alcalino
D-17	Aire	5	Aluminio	Calderín aire comprimido

Tabla 4. Listado de Depósitos.

4.4.2 Bombas

DESIGNACIÓN	Tipo	Nº	FLUIDO	ESTADO	CAUDAL (m3/h)	ALTURA (mca)	POTENCIA CALCULADA (kW)	MATERIAL
B-001 A-E	Sumergible	5	Agua bruta	Líquido	1242	50	168,1	SUPERDUPLEX
B-002 A-F	Sumergible	6	Agua bruta	Líquido	720	50	134,4	SUPERDUPLEX
B-003 A-E	Bomba alta presión	5	Agua pretratada	Líquido	926	588,23	1904,6	SUPERDUPLEX
B-004	Turbina Pelton	1	Agua rechazada	Líquido	2036,4	555,3	-2445,2	SUPERDUPLEX
B-005	Centrífuga	1	Agua rechazada	Líquido	918	40	101,9	SUPERDUPLEX
B-006 A-D	Centrífuga	5	Agua rechazada	Líquido	509,25	50	62,8	SUPERDUPLEX
B-007 A/B	Dosificadora	2	NaClO (13%)	Líquido	0,11	100	0,370	Teflón
B-008 A/B	Dosificadora	2	H2SO4 (98%)	Líquido	0,041	100	0,05	Teflón
B-009 A/B	Dosificadora	2	Cl3Fe (40%)	Líquido	0,064	100	0,25	Teflón
B-010 A/B	Dosificadora	2	NaHSO3 (40%)	Líquido	0,1185	100	0,12	Teflón
B-011 A/B	Dosificadora	2	HMP (5,5%)	Líquido	0,0273	100	0,05	Teflón
B-012 A-D	Dosificadora	4	HCl (37%)	Líquido	0,02	20	0,05	Teflón
B-013 A-D	Dosificadora	4	NaOH (50%)	Líquido	0,02	20	0,05	Teflón
B-014	Centrífuga	1	Agua permeada	Líquido	10	40	1,1	AISI 304L
B-015	Centrífuga	1	Agua de lavado	Líquido	10	40	1,1	AISI 304L
B-016A/B	Centrífuga	2	Agua permeada	Líquido	1691,1	30	180,5	SUPERDUPLEX
B-017A/B	Centrífuga	2	Agua permeada	Líquido	1691,1	30	240,7	SUPERDUPLEX
S-001	Soplante	1	Aire	Gas	2550	10	84,0	PPAD

Tabla 5. Listado de bombas.

4.4.3 Agitadores

DESIGNACIÓN	Tipo	FLUIDO	ESTADO	POTENCIA CALCULADA (kW)	Tª Operación (°C)	MATERIAL	CORRESPONDE A
A-001	Hélice	Agua permeada	Líquido	2,62	25	AISI 316L	D-007
A-002A/B	Hélice	NaHSO3 (40%)	Líquido	2,51	25	AISI 316L	D-012 A/B
A-003A/B	Hélice	HMP (5,5%)	Líquido	0,18	25	AISI 316L	D-013 A/B

Tabla 6. Listado de agitadores.

4.4.4 Otros equipos

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº	FLUIDO	ESTADO	POTENCIA CALCULADA (kW)	Tª Operación (°C)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Notas
F-001 A-F	Filtro Arena-Antracita	6	Agua pretratada	Líquido	---	27,1	Acero galvanizado	NO	Con interior recubierto de material plástico
F-002 A-H	Filtro	8	Agua pretratada	Líquido	---	27,1	AISI 316L	NO	
LC-001 A-G	Lecho calcita	7	Agua permeada	Líquido	---	27,1	Hormigón	NO	
T-001	Tornillo	1	Fangos	Sólido	10	27,1	Acero inoxidable	NO	
CF-001	Centrifuga	1	Fangos	Líquido	20	27,1	Acero inoxidable	NO	
C-001A/B	Compresor	2	Aire	Gas	2,2	25	---	NO	
DF-001 A-F	Difusor de CO2	6	CO2 Y Agua	Gas-Líquido	---	25	---	NO	

Tabla 7. Listado de equipos de proceso.

4.5 Utilities

4.5.1 Instalación de aire comprimido

Como servicios de utilities se considera la instalación de aire comprimido. Esta instalación se diseña especialmente para abastecer a las líneas de aire de instrumentación y aire de servicio.

La instalación está formada por dos compresores los cuales en condiciones normales de trabajo uno estará en funcionamiento y el otro en reserva. La instalación dispone de un calderín pulmón de aire y una red de tuberías de distribución.

Tras la compresión del aire éste será filtrado por 1ª vez para reducir el número de partículas de aceite en el aire, posteriormente será secado mediante un equipo de absorción para eliminar la condensación producida y por último será filtrado una 2ª vez para reducir las partículas que pueda transportar el aire.

La red de aire de instrumentos abastece a todos los instrumentos de la planta, principalmente válvulas automáticas on/off y válvulas de control.

La red de aire de servicio abastece sistemas de limpieza u otros sistemas auxiliares.

A continuación se indican cuáles son las calidades que deben tener las redes de aire comprimido.

Tipo de aire	Partículas	Agua	Aceite
Proceso/servicios	Clase 1 (0,1 mg/L)	Clase 2 (-40 °C)	Clase 1 (0,1 mg/L)
Instrumentación	Clase 1 (0,1 mg/L)	Clase 2 (-40 °C)	Clase 1 (0,1 mg/L)

Tabla 8. Calidad del aire comprimido.

Los consumos de aire (en condiciones normales) para cada servicio son los siguientes:

- Aire de servicio: 20 Nm³/h
- Aire de instrumento: 25,6 Nm³/h

Estimando un sobredimensionamiento del 15% para consumo de aire de regeneración del secador, resulta un caudal total de 52,44 Nm³/h. A una presión de suministro de 8,5bar, el caudal real será de 10,68 m³/h.

Los materiales de las líneas de distribución de aire y del calderín serán construidos en aluminio.

Los compresores seleccionados serán de tornillos de la marca Kaeser de la serie SX3-ASK. La potencia nominal del motor será de 2,2 kW.

El calderín será de 5 m³ capaz de abastecer el consumo de la planta durante al menos 30 minutos.



Ilustración 30. Compresor KAESER modelo SX 3.

4.6 Planta de embotellamiento de agua

Como una posible solución a la excedente producción de agua en ciertas épocas del año y como apoyo económico, dado que la planta se ha sobredimensionado por este motivo entre otros, se ha propuesto instalar una planta de embotellamiento de agua potable para su posterior distribución y venta en la isla.

Esta planta de embotellamiento se encuentra en el edificio de envasado, y será alimentada desde los depósitos de agua potable.

Los formatos de embotellado serán los formatos clásicos de 5L y 1,5L.



Ilustración 31. Formatos de embotellado de 5L (izquierda) y 1,5L (derecha).

El embotellado se realizará de forma automática del modo en que se describe a continuación:

1. Alimentación de botellas/garrafas y llenado.
2. Taponado y etiquetado.
3. Encajado.
4. Paletizado.
5. Enfardado.

Se instalará un sistema de envasado automático para cada formato de embotellado, siendo compartido el sistema de paletizado y enfardado automático.

La alimentación de las botellas al sistema de envasado se realiza de forma manual. Tras el enfardado de los palets, un operario recoge los palets con una carretilla y los deposita en las estanterías de almacenamiento dentro de dicho edificio, hasta que llegue el camión encargado recoger los palets para proceder a su distribución por la isla.

La producción máxima de agua embotellada se ha estimado para la capacidad máxima del sistema de envasado. De esta forma la producción máxima de embotellamiento de la planta se estima en 15 palets de cada formato por cada turno de 8 horas.

En la siguiente tabla se muestran las capacidades máximas de producción de la planta de embotellado.

Tipo envase	Pale/Turno	Turnos/Día	Envase/Caja	Cajas/Pale	Envases/Pale	Litros/Pale	Litros/Día	Días/Año	m3/Año
Garrafa 5L	15	3	4	72	288	1440	64800	315	20412
Botella 1,5L	15	3	6	150	900	1350	60750	315	19136
Total							125550	315	39548

Tabla 9. Capacidad de sistema de embotellado.

Como se puede observar, si la planta trabajara 315 días al año a tres turnos por día, se producirían casi 40.000 m³ de agua embotellada al año, siendo la capacidad diaria total de 125,55m³/día de agua embotellada, lo que son 5231,25 litros por hora entre ambos formatos.

Teniendo en cuenta que barbados dispone de una población de 290.000 habitantes, la planta estaría produciendo (a máxima capacidad) 0,43 litros de agua embotellada por habitante. Lo que sería suficiente para abastecer la demanda de agua embotellada de toda la isla.



Ilustración 32. Sistemas de embotellado de agua.

Los sistemas de embotellado dispondrán de la siguiente tecnología:

- PLC de control del sistema de embotellado
- Sistema de cintas transportadoras para el transporte de los envases.
- Sistemas de detección de botellas.
- Sistema de dosificación automático.
- Sistema de etiquetado y taponado automático.
- Sistema de encajado automático.

A medida que se va completando en llenado de las cajas, éstas son enviadas mediante un sistema de cintas transportadoras hasta el sistema de paletizado automático. La unidad paletizadora y enfardadora robotizada RPW-520/525 combina las dos tecnologías esenciales para el final de línea: una celda robotizada de paletizado

y una enfardadora con plataforma giratoria. Esta solución minimiza el espacio mediante el paletizado y enfardado.



Ilustración 33. Sistema de paletizado automático.

Se incluye:

- Robot FANUC R-2000iB/100H
- Base inferior del robot
- Herramienta de vacío del extremo del brazo
- Transportador de alimentación motorizado
- Enfardadora con plataforma giratoria
- Controlador lógico programable
- Vista de panel
- Cortinas de luz
- Cercas de seguridad
- Cables y bandejas para cables
- Panel eléctrico principal y cajas de conexiones

Para el almacenamiento se dispone de seis estanterías para palets. Dichas estanterías tienen una capacidad total de 432 palets, lo que indica una capacidad de almacenamiento de 4-5 días de producción máxima de la planta de embotellado.

4.7 Instrumentación y control

Para el correcto funcionamiento de la planta se instalan dispositivos de medida, que son capaces de transmitir en tiempo real las distintas señales generadas al centro de control.

4.7.1 Descripción de los instrumentos

A continuación se explica de forma resumida los distintos instrumentos utilizados en la planta:

- PIT: Indicador y transmisor de presión. Este instrumento transforma una señal de presión a una señal eléctrica de entre 4 y 20 mA. Además hace de manómetro mostrando la presión en campo.
- FIT: Indicador y transmisor de caudal. Este instrumento transforma una señal de caudal a una señal eléctrica de entre 4 y 20 mA. Además muestra el caudal en campo.
- PIDT: Indicador y transmisor de presión diferencial. Este instrumento mide la caída de presión de paso de fluido a través de un equipo, midiendo la presión a la entrada y a la salida del equipo y calculando la diferencia de presión, que puede ser observada en campo y a la vez ser transformada a una señal eléctrica de entre 4 y 20 mA.
- LS: Sensor de nivel. Sensor que envía una alarma de nivel alto o nivel bajo de líquido en un depósito.
- LT: Transmisor de nivel. Este instrumento indica el nivel de líquido que posee un tanque, enviando una señal transformada de entre 4 y 20 mA.
- PHIT: Transmisor e indicador de pH. Este instrumento transforma una señal de medida de pH a una señal eléctrica de 4-20 mA, siendo además posible observarla en campo.
- CIT: Indicador y transmisor de conductividad. Este instrumento mide la conductividad de una solución pudiendo ser observada en campo y a la vez ser transformada a una señal eléctrica de entre 4 y 20 mA.
- TIT: Transmisor e indicador de temperatura. Este instrumento mide la temperatura en un punto, y transforma la señal de temperatura a una señal eléctrica de 4-20 mA.
- ORPI: Indicador de potencial Redox.

4.7.1.1 Indicador y transmisor de presión

Los transmisores de presión miden la presión en una línea o un punto concreto y transforma la señal recibida a una señal eléctrica de 4-20 mA. Esa señal analógica es conducida mediante dos cables, llegando hasta la sala de control, donde los operadores de la planta reciben la información. Además esa señal puede estar conectada a un bucle de control de presión, de modo que si la presión deseada se sale del rango dado puede provocar la parada o la variación de la frecuencia de trabajo del equipo de bombeo, si es el caso, para evitar sobrepresión en la impulsión o cavitación en la aspiración.

Este instrumento también muestra la información en campo, como se observa en la siguiente imagen.

El tipo de material del transmisor en contacto con el fluido a medir dependerá de la resistencia a la corrosión que precise, de modo que se usará un material más resistente para el agua de alimentación y rechazada y un material menos resistente a la corrosión para los casos de agua permeada.



Ilustración 34. Indicador y transmisor de presión.

4.7.1.2 Indicador y transmisor de presión diferencial

Este instrumento mide la presión en dos puntos distintos de tal modo que la señal emitida por el instrumento es la diferencia de presión entre dichos puntos. Esto es útil cuando se necesita saber la caída de presión en algún punto de la planta o en algún equipo en concreto.

En este caso, los equipos en lo que se ha instalado este tipo de instrumento son:

- Filtros de arena-antracita.
- Filtros de cartucho.

En estos equipos es necesario saber cuándo se alcanza una determinada pérdida de carga para proceder a la limpieza, en caso de los filtro de arena-antracita, o al cambio de los cartuchos, en caso de los filtros de cartucho.

Este instrumento podría haberse instalado también en las membranas de osmosis, pero se ha optado por la instalación de transmisores a la entrada y a la salida, de modo que la diferencia de presión se obtiene mediante el software de control en el panel de la sala de control.

4.7.1.3 Indicador y transmisor de caudal

Los caudalímetros usados en éste tipo de plantas son electromagnéticos, empleados para fluidos conductivos y en tubería cerrada. Este instrumento genera un voltaje por inducción en un campo electromagnético, siendo el voltaje inducido proporcional a la velocidad del fluido.

Se utilizan caudalímetros en los siguientes puntos de la planta:

- En la línea de impulsión de las bombas del pozo de bombeo, previo a la entrada de los filtros de arena-antracita.
- En las líneas de alimentación a las membranas de osmosis.
- En las líneas de agua permeada, tras las membranas de osmosis, para el control del flujo de permeado.
- En la línea de agua rechazada, previo a la turbina pelton, para controlar la energía generada por la turbina y controlar las dosificaciones químicas de neutralización, también en función del pH.



Ilustración 35. Caudalímetro electromagnético.

4.7.1.4 Sensor de nivel

Los sensores de nivel se emplean para controlar el nivel de líquido de todos los depósitos de la instalación. Se han instalado dos sensores por depósito; el primero indica el nivel mínimo de líquido en el depósito y el segundo indica el nivel máximo. Llevan asociados una alarma de nivel bajo y nivel alto respectivamente que indican el estado de los depósitos en la sala de control: “Lleno completamente” ó “Vacío completamente”.

4.7.1.5 Transmisor de nivel

Estos instrumentos indican el nivel exacto de líquido en los depósitos de la instalación, indicando el nivel de líquido transformando la señal de nivel a una señal de entre 4 y 20 mA, que es enviada al panel de control.

4.7.1.6 Transmisor e indicador de pH

Este instrumento se instala para indicar y transmitir el pH de una solución. Poseen un diafragma de PTFE para así evitar el ensuciamiento y las obstrucciones, asegurando una medición precisa durante un largo periodo.

Este instrumento puede encontrarse instalado en:

- Cántara de captación y pozo de bombeo. Para controlar la adición de reductor de pH (H_2SO_4).
- Alimentación de los filtros de cartucho.
- A la entrada de las membranas de osmosis.
- Línea de agua permeada, previa al post-tratamiento.
- Línea de agua potable.
- Depósito de neutralización.

4.7.1.7 Transmisor e indicador de conductividad

Este instrumento se encarga de medir la cantidad de sales disueltas en el agua, de forma que cuanto mayor es la cantidad de sales disueltas, mayor es la conductividad. Este instrumento es de diseño sencillo y realiza mediciones precisas sin necesidad de calibración.

Este instrumento se encuentra instalado en los siguientes puntos de la planta:

- Cántara de captación y pozo de bombeo.
- Alimentación de los filtros de cartucho.
- A la entrada de las membranas de osmosis.
- Línea de agua permeada, previa al post-tratamiento.
- Línea de agua rechazada, previa a la turbina pelton.
- Línea de agua potable.
- Depósito de neutralización.
- Línea a emisario submarino.

4.7.1.8 Transmisor e indicador de temperatura

Como se comentó anteriormente, éste instrumento se encarga de medir la temperatura en ciertos puntos de la planta. Estos puntos son:

- Cántara de captación. Para la medición de temperatura de agua bruta.
- Línea de alimentación a las membranas de osmosis. Dado que debido a la adición de ácido sulfúrico en el pretratamiento la temperatura de agua de alimentación puede verse levemente incrementada.

4.7.1.9 Indicador de potencial redox

Este instrumento se instala a la entrada de los filtros de cartucho, transmitiendo una señal al sistema de control de adición de reactivos químicos.

5 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La nueva planta se ubica en un área de 30.000 m² en la zona noreste de la isla de Barbados, en la zona de Pie Corner, al norte de Saint Andrew. Se trata de una parcela de 175x125m aproximadamente, a la cual se accede por la carretera de Cove Bay Road, a una distancia de 500m de la costa, aproximadamente. La planta presenta dos entradas/salidas. La entrada principal, que se encuentra en la esquina noroeste de la planta, justo al lado de los aparcamientos y el edificio de control y oficinas. La salida de emergencia se encuentra en la esquina sureste de la planta, junto a la zona de tratamiento de efluentes.



Ilustración 36. Emplazamiento.

La ordenación dentro de la parcela, se conforma en torno a un vial perimetral, desde el que se distribuye la circulación dando acceso a las distintas áreas de la planta. El conjunto de edificios e instalaciones, quedará circunscrito en este vial situado a la misma cota, siendo prácticamente horizontal en la parcela.

Por otro lado, a unos 70 metros de la costa se encuentra la cántara de captación, que básicamente contiene el edificio de bombeo de agua de mar hasta la planta.

5.1 Edificación

5.1.1 Edificio de cántara de captación

El edificio de la cántara de captación se ha previsto para contener la cántara de captación, que no es más que un depósito de agua bruta de alimentación que proviene de la torre de toma y sus respectivas bombas para impulsión del agua hasta el pozo de bombeo. Este edificio se encuentra a 70 metros de la orilla y a 430 metros de la planta.

Se construirá una nave cubierta de estructura metálica cerrada perimetralmente y formada por 5 pórticos (4 vanos) separados a 7 m. Las fachadas se completan a base de paneles prefabricados de hormigón liso de 20 cm de espesor con aislamiento interior incorporado. El conjunto del edificio ocupa un espacio de 1050 m², con las siguientes medidas 35x30m.

La cubierta será metálica de acero galvanizado, S-275-JR en perfiles de diversas secciones para formalizar la estructura de pilares y cubierta, instalada mediante uniones atornilladas en obra. Como elementos de arriostrado en cubierta, se colocan cruces de San Andrés entre los pórticos así como vigas de atado en toda la longitud del edificio. La cubierta se diseña a dos aguas con una inclinación del 10 %.

La cimentación se realiza a base de zapatas aisladas de hormigón armado.

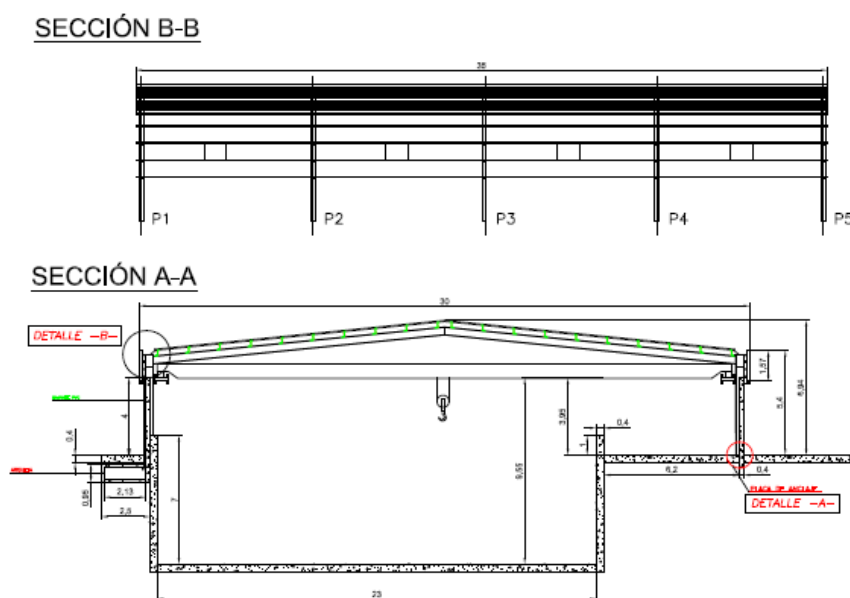


Ilustración 37. Cántara de captación.

5.1.2 Edificio de pozo de bombeo

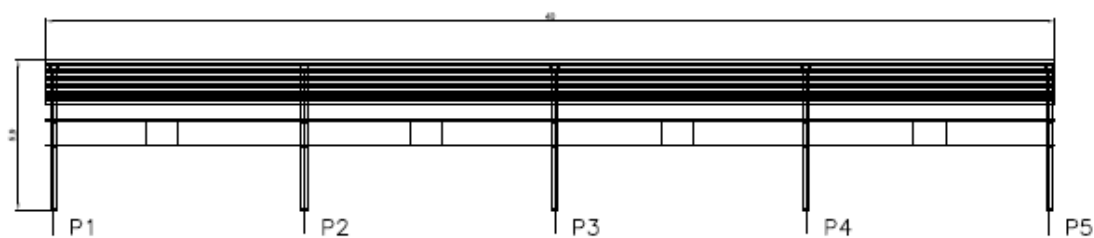
El edificio de bombeo se ha previsto para contener el pozo de bombeo, que no es más que un depósito de agua bruta de alimentación que proviene de la cántara de captación y sus respectivas bombas para impulsión del agua al proceso. Este edificio se encuentra en la esquina noreste de la planta, junto a los filtros de arena-antracita y los depósitos de reactivos de pretratamiento.

Se construirá una nave cubierta de estructura metálica cerrada perimetralmente y formada por 5 pórticos (4 vanos) separados a 10 m. Las fachadas se completan a base de paneles prefabricados de hormigón liso de 20 cm de espesor con aislamiento interior incorporado. El conjunto del edificio ocupa un espacio de 400 m², con las siguientes medidas 40x10m.

La cubierta será metálica de acero galvanizado, S-275-JR en perfiles de diversas secciones para formalizar la estructura de pilares y cubierta, instalada mediante uniones atornilladas en obra. La cubierta se diseña a dos aguas con una inclinación del 10 %.

La cimentación se realiza a base de zapatas aisladas de hormigón armado.

SECCIÓN B-B



SECCIÓN A-A

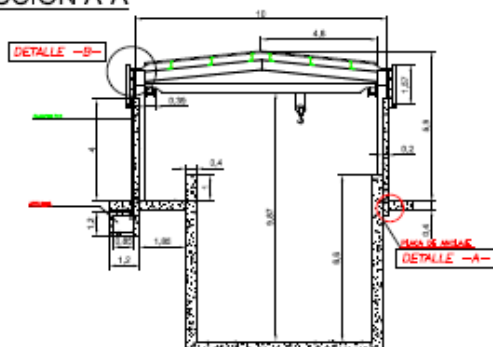


Ilustración 38. Pozo de bombeo.

5.1.3 Edificio de osmosis

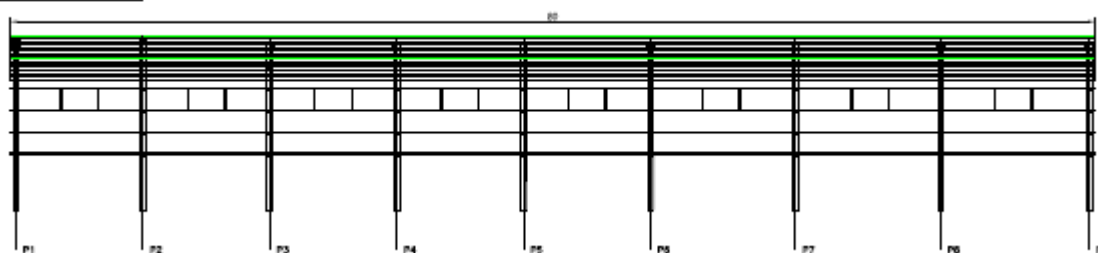
El edificio de osmosis contiene los bastidores de osmosis, los depósitos de agua pretratada y permeada, las bombas de alta presión, la sala de control de motores, sala de compresores, bombas de alta presión, turbina pelton con alternador, depósitos de limpieza química, desplazamiento, ácido y sosa. Para el mantenimiento de los motores, la turbina y demás elementos se prevé la instalación de un puente grúa con un polipasto.

Se construirá una nave cubierta de estructura metálica cerrada perimetralmente y formada por 9 pórticos (8 vanos) separados a 10 m. Las fachadas se completan a base de paneles prefabricados de hormigón liso de 20 cm de espesor con aislamiento interior incorporado. El conjunto del edificio ocupa un espacio de 3200 m², con las siguientes medidas 80x40m.

La cubierta será metálica de acero galvanizado, S-275-JR en perfiles de diversas secciones para formalizar la estructura de pilares y cubierta, instalada mediante uniones atornilladas en obra. La cubierta se diseña a dos aguas con una inclinación del 10 %.

La cimentación se realiza a base de zapatas aisladas de hormigón armado.

SECCIÓN B-B



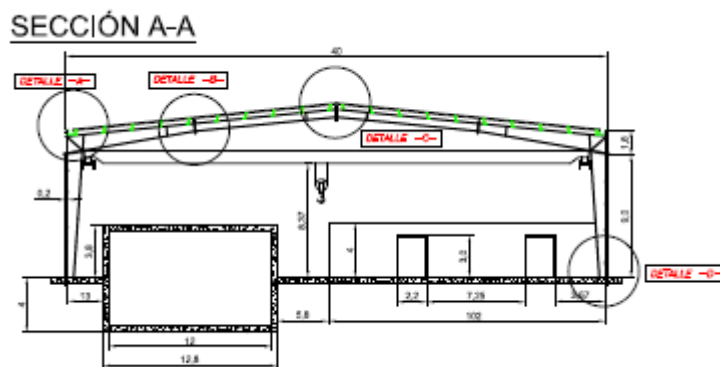


Ilustración 39. Edificio de osmosis.

5.1.4 Edificio de control y oficinas

El edificio de control y oficinas está organizado interiormente en dos plantas. En la planta inferior se encuentra el vestíbulo con un puesto de recepción, dos cuartos de baños diferenciados por sexos, una oficina desde donde se realiza el pesaje de camiones en las básculas, un cuartillo con elementos de limpieza y una sala de administración. En la planta superior se encuentra la sala de control, dos vestuarios con taquillas y cuartos de baño diferenciados por sexos, una sala de descanso con microondas, máquinas de bebida y comida y una sala de reuniones.

La cimentación se resuelve mediante losa de hormigón HA-25 sobre capa de hormigón de limpieza HM-10 de 10 cm de espesor. Las dimensiones y especificaciones se encuentran en los planos correspondientes.

La estructura se resuelve mediante muro de carga formada por fábrica de bloques de termoarcilla de 29 cm de espesor arriostrado superiormente mediante zuncho de coronación construido en hormigón armado HA-25 y armadura de acero corrugado B 400S.

Los forjados serán de canto de 22+4cm y se realizarán con viguetas semirresistentes de celosía, capa de compresión de 4cm de hormigón HA-25 con mallazo de retracción en acero B-400S de 6 mm de diámetro dispuestos en cuadrícula de 30 x 30 cm.

El edificio cuenta con una cubierta plana no transitable de hormigón y gravilla. La formación de pendientes se realizará mediante hormigón aligerado. El conjunto se impermeabilizará convenientemente mediante membranas de asfálticas.

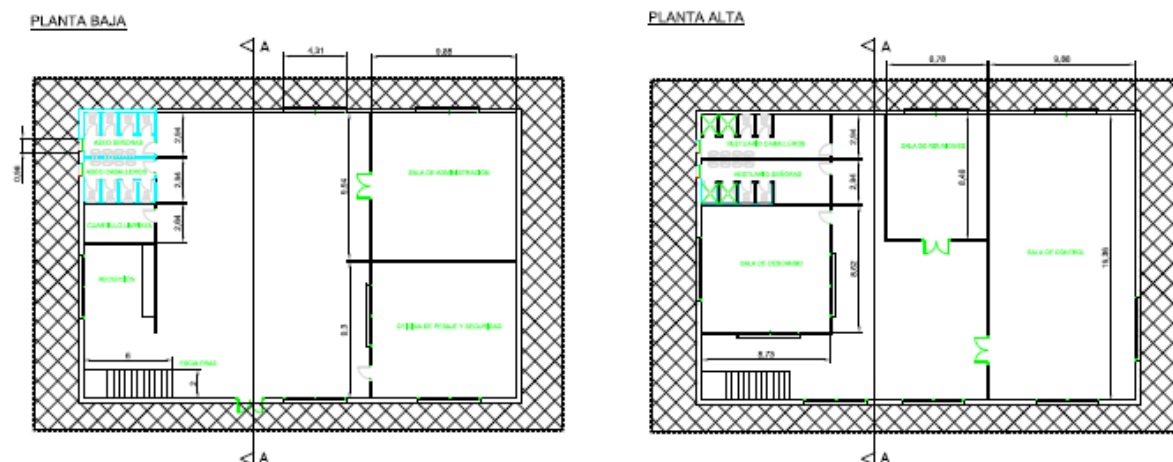


Ilustración 40. Edificio de oficinas.

- **Albañilería, solados y revestidos**

El cerramiento exterior, como ya se ha indicado se resuelve el propio muro de carga de termoarcilla de 29 cm de espesor. El acabado exterior se realizará a base de enfoscado, maestreado y fratasado de mortero de cemento 1:3 de 1,5 cm de espesor, y pintado con pintura pétreo rugosa, en tanto que interiormente irá acabado mediante guarnecido y enlucido con pasta de yeso de 1,2 cm de espesor, y pintado a base de lijado y limpieza del soporte, mano de fondo, plastecido, nueva mano de fondo, y dos manos de acabado con pintura plástica lisa.

En los aseos, se sustituirá el guarnecido, enlucido y pintado, por enfoscado rayado con mortero de cemento 1:3 y alicatado de azulejo blanco sanitario de 15 x 15 cm tomado con mortero de cemento-cola.

Las divisiones interiores se ejecutarán en ladrillo hueco sencillo o doble, según zonas, con acabados similares a los indicados para el interior del cerramiento exterior.

Los forjados de cubierta irán enfoscados y fratasados interiormente con mortero de cemento 1/3 de 1 cm de espesor.

Los techos en general se realizarán con placas de escayola lisa, sobre perfilera metálica suspendida, en tanto que en la zona de aseos y vestuarios de personal se emplearán placas de aglomerado con acabado superficial plastificado.

La solería en general realizará en baldosa de terrazo de 40 x 40 cm, de grano grueso, pulida en obra, con rodapié del mismo material, sobre mortero de agarre, dispuesto sobre una lámina impermeabilizante de polietileno de 0,5 mm de espesor, todo ello sobre la solera anteriormente descrita. En aseos y vestuarios, la solería se ejecutará en baldosa de semigrés, con rodapié del mismo material.

Todos los paramentos interiores excepto los de los cuartos de baño llevarán un rodapié a todo lo largo de su base de terrazo de 40x7cm.

El acerado perimetral se realizará en baldosa hidráulica, rematado con bordillo prefabricado de hormigón de 15 x 25 cm sobre la propia solera de hormigón, con un mortero de agarre, y baldosas de cemento comprimido de 20 x 20 cm.

Los alféizares de ventanas se realizarán a base de baldosín catalán vidriado en color verde oscuro.

- **Carpintería y vidrios**

La puerta de acceso desde el exterior serán de tipo de cuarterones, realizadas en madera de pino macizo de 60 mm de espesor, con cercos del mismo material, cerraduras de seguridad, placas y tiradores de latón pulido de primera calidad, y acabado a base de una mano de pintura de fondo y dos de esmalte color verde.

Las puertas interiores se realizarán a base de cerco y tapajuntas de madera de pino y hoja prefabricada normalizada chapada en sapelly, pintadas al esmalte sintético a base de limpieza del soporte, sellado de nudos, mano de imprimación, plastecido, lijado, mano de fondo y mano de acabado, con terminación en color verde, a excepción de las interiores de aseos que irán pintadas en color blanco. Todas las puertas dispondrán de placas y tiradores de latón de 1ª calidad.

Las ventanas serán corredizas, de aluminio anodizado en color verde, con luna incolora de 6mm de espesor, y traslúcida en las ventanas de los aseos.

- **Fontanería**

La red de fontanería partirá de una arqueta con llave de paso, realizándose la instalación interior en tubería de cobre homologada.

La entrada al edificio se realizará mediante un pasamuros, y una vez en el interior, la canalización se ejecutará en instalación aérea o empotrada según tramos. En la zona en que discurra por falso techo la instalación podrá ejecutarse en forma aérea, con soportes de tipo abrazadera con junta de goma, de modo que nunca habrá contacto cobre-acero. En todos los tramos donde vaya empotrada, la tubería irá protegida, pudiéndose usar una tubería con vaina de PVC o bien proteger dicha tubería con otro tubo concéntrico de PVC. En cualquier caso, se prohíbe el contacto de la tubería con elementos de agarre de la construcción y en especial, con yeso.

Los sanitarios serán de porcelana blanca vitrificada, de calidad media, con grifería y accesorios roscados, en latón cromado de calidad media, instalándose grifería temporizada de análogas características en urinarios.

- **Saneamiento**

La instalación de saneamiento se proyecta mediante tubería de PVC.

La pendiente mínima de las tuberías será del 1%.

Cada uno de los aparatos dispondrá de sifón individual.

Se dispondrán arquetas de paso registrables en el exterior y no registrables en el interior del edificio.

Se dispondrá una arqueta sifónica en la salida de la instalación, la cual se conectará con la red general de saneamiento.

- **Climatización**

Para permitir el uso sectorizado del edificio, se ha optado por un sistema frío-calor centralizado con distribuidores en cada sala.

Se prevé la instalación de una bomba de calor aire-agua que mediante la correspondiente red de distribución de agua fría/caliente alimentará a unidades terminales de tipo fan-coil a instalar en la zona de falso techo. La impulsión de aire a los despachos se realizará conducida por conductos y el retorno por falso techo.

La distribución de aire se realizará en conductos de fibra de vidrio con rejillas de impulsión y retorno de aluminio lacado, las primeras con control de volumen y las segundas de lamas fijas.

La red de distribución de agua a fan-coils se realizará en tubería de cobre homologada aislada con coquilla de espuma elastomérica y espesores de acuerdo con la ITIC, y ejecución similar a la instalación de la fontanería.

- **Instalación eléctrica**

Para diseñar la iluminación interior en el edificio de oficinas se ha usado el programa gratuito Dialux. En el Anexo V, se muestran los resultados de la simulación.

Para este edificio se ha propuesto la utilización de luminarias tipo PHILIPS FBS296 2xPL-C/4P26W HFP C en los vestuarios, servicios y en la sala de limpieza, y luminarias tipo PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO en el resto de las instalaciones.

La distribución interior de las luminarias se puede observar en el Anexo III: Planos.

5.1.5 Edificio almacén y taller

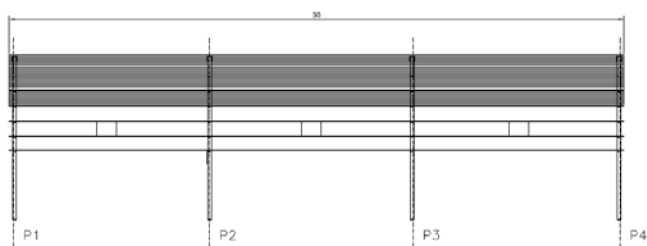
El edificio de almacén y taller almacenará las herramientas necesarias para la reparación, limpieza de cualquier elemento de la planta, además de palets, cajas de cartón y botellas de plástico, necesarias para el envasado y almacenamiento de las botellas de agua que genera la planta.

Se construirá una nave cubierta de estructura metálica cerrada perimetralmente y formada por 4 pórticos (3 vanos) separados a 10 m. Las fachadas se completan a base de paneles prefabricados de hormigón liso de 20 cm de espesor con aislamiento interior incorporado. El conjunto del edificio ocupa un espacio de 450 m², con las siguientes medidas 30x15m.

La cubierta será metálica de acero galvanizado, S-275-JR en perfiles de diversas secciones para formalizar la estructura de pilares y cubierta, instalada mediante uniones atornilladas en obra. La cubierta se diseña a dos aguas con una inclinación del 10 %.

La cimentación se realiza a base de zapatas aisladas de hormigón armado.

SECCIÓN B-B



SECCIÓN A-A

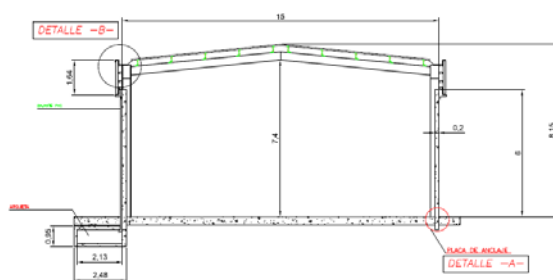


Ilustración 41. Edificio almacén y taller.

5.1.6 Edificio de envasado y almacenamiento

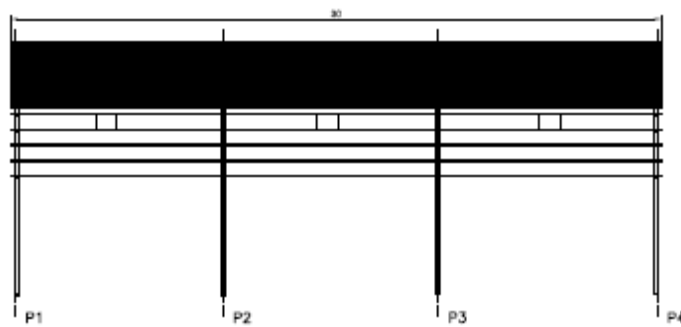
El edificio de envasado y almacenamiento contiene la maquinaria de envasado, paletizado y enfardado automático de agua en botellas de 1,5L y garrafas de 5L.

Se construirá una nave cubierta de estructura metálica cerrada perimetralmente y formada por 4 pórticos (3 vanos) separados a 10 m. Las fachadas se completan a base de paneles prefabricados de hormigón liso de 20 cm de espesor, 3 metros de alto, con 3 paneles dispuestos en vertical y con aislamiento interior incorporado. Los paneles superiores cuentan con ventanas como puede observarse en los planos. El conjunto del edificio ocupa un espacio de 750 m², con las siguientes medidas 30x25m.

La cubierta será metálica de acero galvanizado, S-275-JR en perfiles de diversas secciones para formalizar la estructura de pilares y cubierta, instalada mediante uniones atornilladas en obra. La cubierta se diseña a dos aguas con una inclinación del 10 %.

La cimentación se realiza a base de zapatas aisladas de hormigón armado.

SECCIÓN B-B



SECCIÓN A-A

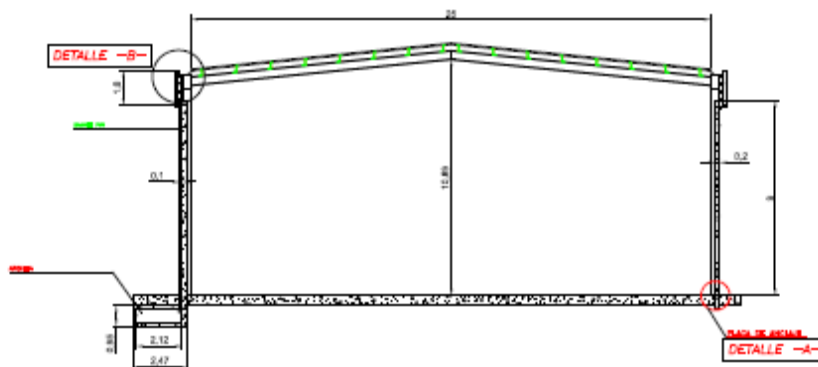


Ilustración 42. Edificio de envasado y almacenamiento.

5.1.7 Edificio de post-tratamiento

El edificio de post-tratamiento contiene los lechos de calcita, fabricados en hormigón in-situ, el depósito de CO₂ líquido, los disolvedores de CO₂ y las bombas de impulsión de agua potable hasta los depósitos de agua potable.

Se construirá una nave cubierta de estructura metálica cerrada perimetralmente y formada por 4 pórticos (3 vanos) separados a 10 m. Las fachadas se completan a base de paneles prefabricados de hormigón liso de 20 cm de espesor con aislamiento interior incorporado. Los paneles superiores cuentan con ventanas como puede observarse en los planos. El conjunto del edificio ocupa un espacio de 750 m², con las siguientes medidas 30x25m.

La cubierta será metálica de acero galvanizado, S-275-JR en perfiles de diversas secciones para formalizar la estructura de pilares y cubierta, instalada mediante uniones atornilladas en obra. La cubierta se diseña a dos aguas con una inclinación del 10 %.

La cimentación se realiza a base de zapatas aisladas de hormigón armado.

5.1.8 Características generales de todas las naves

- **Estructura**

Los pórticos se arriostrarán mediante vigas horizontales situadas en la parte superior del pilar y las correas de la cubierta. La estructura se montará en campo con al menos una mano de imprimación y se acabará con dos manos de esmalte, con esto se garantiza la supervivencia de la misma.

Las soldaduras serán de tipo eléctrica por arco mediante electrodo con recubrimiento básico, el material depositado habrá de tener al menos las siguientes características:

- Resistencia a la tracción..... 53 62 Kg/mm².
- Alargamiento mínimo..... 20%

Los pórticos apoyarán sobre cimentaciones de tipo zapata aislada. Estarán formadas por la zapata propiamente dicha y pilares (enanos) de sección cuadrada. Se utilizará hormigón HA 25 Kg/cm² de resistencia característica y acero B 400S en barras corrugadas, con una resistencia a la rotura de 4.100 Kg/cm².

Los pozos se arriostrarán mediante zunchos perimetrales, construido con hormigón HA 25 y armadura a base de redondos de acero B 400S.

- **Cubierta**

La cubierta a dos aguas, se realizará con chapa de acero galvanizada de 0,8 mm de espesor. Los paramentos laterales se construirán de mismo material y se colocarán verticalmente hasta el nivel de la plataforma superior. Dispondrá de sendos canalones en caras laterales para recogida de agua de la cubierta y evacuación por la red general.

Se colocarán canalones en forma de U con unas dimensiones de 300 cm de ancho y 22 cm de altura.

Los accesorios serán de acero F 111 según UNE 36.011, protegidas mediante galvanización por inmersión en caliente. La sujeción de las placas se hará mediante ganchos que se amarrarán a la correa mediante elementos adecuados al efecto.

- **Cerramientos perimetrales**

El cerramiento exterior de la nave se resuelve mediante paneles de hormigón en vertical realizado con bloque hueco de hormigón coloreado de 40x20x20cm con acabado exterior rugoso, tomado con mortero del mismo color.

El cerramiento del resto de altura de las fachadas se ha previsto de chapa grecada galvanizada y lacada exteriormente de 0,6 mm de espesor.

Exteriormente se dispondrán de puertas de acceso a las nave de 3,68x3m y/o puertas de 1,84x3m de dimensiones útiles, con marcos realizados en perfiles de acero A-42b anclados al cerramiento exterior.

Para la iluminación natural de la nave se han previsto ventanales corridos en fachada, realizado con perfiles conformados en frío de acero galvanizado y pintados en el color de la chapa de cerramiento. Sustentarán lunas de vidrio incoloro de 6 mm de espesor.

- **Instalación eléctrica e iluminación**

Para la iluminación interior de los edificios de procesos se han realizado los cálculos con el programa gratuito dialux. En el Anexo V se pueden encontrar los resultados de la simulación.

Para todos estos edificios se ha propuesto la instalación de luminarias del modelo PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840. La elección de estas luminarias de tecnología LED se justifica debido a la reducción de consumo energético que se produce respecto a las luminarias clásicas, ya que las naves tienen una gran superficie y requieren un gran número de elementos de iluminación.

Por otro lado, cada nave de procesos dispone de un cuadro eléctrico, con el que se controla tanto la iluminación como los equipos de proceso.

El edificio de osmosis tiene aparte una sala de control de motores, con un cuadro eléctrico dedicado principalmente a las bombas de alta presión y a la turbina pelton.

5.2 Urbanización y obras civiles

5.2.1 Muros

Para la seguridad de la planta se ha previsto construir un muro perimetral que rodee la planta de modo que las únicas entradas/salidas sean las previstas anteriormente.

Los muros se ha previsto que sean de hormigón armado "in situ", estables al deslizamiento y al vuelco con los coeficientes de seguridad preceptivos, f.s.=1,5 mínimo. Deben ser diseñados para resistir los esfuerzos generados por todas las cargas previstas. En general, los muros de la urbanización tienen una altura de 4 m desde la cimentación hasta su coronación.

5.2.2 Jardinería

Como complemento a la urbanización y dentro de las medidas de integración paisajística contempladas tanto en la habilitación de la parcela como en el desarrollo del proyecto, se han contemplado diversos espacios verdes y de jardinería integrados en la urbanización.

Con función ornamental, se han previsto intalar zonas veredas en la cara sur de los edificios de oficinas y almacén y taller, en la zona que rodea a los depósitos de agua potable y alrededor de la zona de tratamiento de agua rechazada.

5.2.3 Infraestructuras

Dentro de la urbanización se han previsto las infraestructuras complementarias siguientes:

5.2.3.1 Red de saneamiento de aguas fecales

Esta red recoge los vertidos de aguas fecales sanitarias del edificio de oficinas transportándolas mediante una tubería de PVC de 300 mm ó 600 mm de diámetro exterior, según el caudal de agua a transportar, hasta la red de aguas fecales más cercana de la isla.

5.2.3.2 Red de comunicaciones

Esta red sirve de modo interno principalmente para comunicaciones entre las diferentes naves de la planta.

Las conducciones para el cableado son de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro colocadas en zanja y se han proyectado arquetas de registro en las acometidas y en los cruces de calzada, intercomunicando las salas de cuadros de control dispuestas junto a los principales núcleos de distribución eléctrica de la planta.

5.2.3.3 Red de alumbrado exterior

Esta red cubre todos los viales de la planta. Las conducciones para el cableado son de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro colocadas en zanja y se han proyectado arquetas de registro en las acometidas y en los cruces de calzada.

Básicamente se disponen báculos de nueve metros de altura en los viales que rodean la planta. Estos báculos tienen luminarias cerradas de fundición de aluminio con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 150 w.

5.3 Instalación eléctrica

Se prevé que el Centro disponga de una acometida a la tensión de 66kV. Se realizará mediante línea eléctrica dedicada de doble circuito para la Planta de desalación de agua y sus sistemas auxiliares, a conectar en una SET de la Compañía Suministradora.

La acometida llegará a un centro de medida y seccionamiento de compañía para acceso y operaciones, ubicado en la sala de celdas de MT y desde allí se conectarán a las correspondientes celdas de MT para distribución.

La estructura básica del Sistema Eléctrico de la Planta Desaladora se configurará en base a las tensiones de trabajo impuestas por las condiciones técnicas de la compañía suministradora.

- 66kV, es la tensión de distribución de acuerdo con las condiciones técnicas de la Compañía distribuidora y será la tensión de llegada.
- 11kV es la tensión de generación prevista para la Turbina Pelton.
- 400V es la tensión común de alimentación de motores y accionamiento de potencia.

Con estos niveles de tensión se prevé un esquema básico que reúne las condiciones de economía y sencillez de operación. Se prevé que la conexión de la Planta a la red de la compañía distribuidora se realice a través de una línea dedicada, de dos circuitos, entre el Centro de Llegada, Protección, Medida, Sincronismo y distribución situado en el edificio de la planta (sala de celdas MT) y la subestación transformadora de la Compañía distribuidora al nivel de 66kV.

El conjunto de celdas con embarrado común de 11 kV que constituirán dicho Centro, tiene las siguientes funciones:

- a) Protección de la interconexión y sincronismo de la Planta con la red de la Cía Distribuidora y medida de la energía eléctrica.
- b) Protección de los transformadores de servicios auxiliares de la planta.

Desde ese centro de seccionamiento se alimentarán los transformadores de distribución que darán servicio a los consumos comunes de la Planta, tales como edificio de oficinas, cántara de captación, pozo de bombeo, edificio de osmosis, nave de almacenamiento y taller, nave de envasado, nave de post-tratamiento, zona de pretratamiento, zona de agua rechazada y alumbrado exterior, para lo que se ha estimado una potencia total instalada en la planta de 12.000 kW.

La Planta dispondrá de una Turbina Pelton accionada por el agua rechazada a presión que sale de las membranas de osmosis, cuya tensión de generación prevista será de 11kV.

La energía generada a 11kV se elevará a la tensión de interconexión (66 kV) por medio de un transformador principal elevador 11/66 kV.

Este transformador se ubicará junto a las membranas en el edificio de osmosis de la Planta.

La energía de salida, en 66 kV, de este transformador es conducida al Centro de Llegada, Protección, Medida, Sincronismo y Distribución (para interconexión con la Cía Distribuidora) situado en la sala eléctrica de M.T. desde el cual será distribuida para los autoconsumos de la Planta, y donde se ubicarán, en zona separada para acceso de compañía, los equipos de la medida de la energía eléctrica excedente o importada.

Desde este punto partirá una línea dedicada de doble circuito para conexión de la Planta con la subestación transformadora (propiedad de la compañía suministradora). Tanto la zona de medida de energía como las celdas de acometida de la línea dedicada dispondrán de acceso para la Compañía Distribuidora.

En caso de fallo de red, la planta podrá funcionar en isla, alimentando sus consumos propios y al resto de Plantas e Instalaciones auxiliares mediante una conexión al nivel de 11 kV.

A este Centro se ha previsto que se conecten los transformadores para los consumidores asociados a edificio de oficinas, cántara de captación, pozo de bombeo, edificio de almacenamiento y taller, edificio de envasado, edificio de post-tratamiento, edificio de osmosis y demás consumos generales de la planta. Los transformadores dispondrán de una relación de transformación 11/0,42kV, excepto los correspondientes para servicio de las bombas de osmosis, cinco en total, uno por línea y otro de reserva, de relación 11/0,69kV. Los transformadores

(con igual relación de transformación) tendrán, a ser posible, la misma potencia, para facilitar su intercambiabilidad.

Se estima una potencia instalada de unos 12.800 kW, con el siguiente reparto:

- Cántara de captación: 780 kW
- Pozo de bombeo + zona pretratamiento: 880 kW
- Edificio de control y oficinas + Edificio almacén y taller + alumbrado exterior: 235,5 kW
- Edificio de post-tratamiento: 340 kW
- Edificio de envasado y zona de agua rechazada: 535,5 kW
- Bombas de alta presión: 9987,5 kW

En total se estiman un transformador de tipo seco encapsulado, de 918 kVA y relación 11/0,42 kV, un transformador de tipo seco encapsulado de 1035 kVA y relación 11/0,42 kV, un transformador de tipo seco encapsulado, de 400 kVA y relación 11/0,42 kV, un transformador de tipo seco encapsulado, de 235,5 kVA y relación 11/0,42 kV, un transformador de tipo seco encapsulado, de 630 kVA y relación 11/0,42 kV y 5 transformadores (uno en reserva), de 2350 kVA y relación 11/0,69 kV para las bombas de alta presión.

Cada transformador 11/0,42kV alimentará un cuadro de distribución en baja tensión, el cual a su vez dispondrá de posibilidad de alimentación de reserva y emergencia.

De los cuadros de distribución en baja tensión se alimentarán los centros de control de motores. Se ha previsto que los armarios se diseñen conforme a las exigencias usadas en las centrales de generación de energía, es decir: barras de baja tensión separadas, señalización de presencia de tensión, etc.

La Planta dispondrá de un grupo electrógeno de emergencia diesel acoplado a un transformador elevador 0,42/11 kV, que a su vez se conectara, a través de un interruptor automático, al embarrado de 11kV de la Planta de forma que permitirá realizar una parada segura de la Planta, en caso de pérdida de tensión de red.

Se estima una potencia de 1.000 kVA para el generador de emergencia.

Otros equipos auxiliares que formarán parte de la instalación eléctrica de la planta serán:

- Cuadros de fuerza y alumbrado, donde se agruparán todas las alimentaciones eléctricas de los consumidores de servicios auxiliares que no formen parte del proceso de la Planta, pero que son necesarios para el funcionamiento de la misma.
- Equipos de compensación de energía reactiva.
- Sistema de tensión segura de la Planta formado a su vez por SAI's (sistema de alimentación ininterrumpida) y los cuadros de distribución de tensión segura asociados a éstos.

Para más información ver los planos LUM_008 y ELECT_001 en el Anexo III: Planos.

A continuación se muestra la lista de consumidores.

Zona	Consumidor	Potencia nominal (kW)
Cántara de captación	B-001	672,2
	Luminarias	4,56
	Polipasto	5
	TOTAL	681,8
Pozo Bombeo	B-002	806,6
	Luminarias	2
	Polipasto	5
	TOTAL	813,6
Almacén y Taller	Luminarias	2,4
	Equipos de reparación	50
	TOTAL	52,4
Edificio de envasado	Luminarias	4,1
	Sistemas de envasado	100
	TOTAL	104,1
Edificio de post-tratamiento	B-017	240,7
	Luminarias	3,65
	TOTAL	244,4
Zona agua rechazada	Luminarias	3,64
	Centrifuga	20
	B-005	101,9
	B-006	188,5
	Tornillo sin fin	10
	TOTAL	324,04
Zona pretratamiento	Luminarias	15,5
	B-007	0,37
	B-008	0,05
	B-009	0,25
	B-010	0,12
	B-011	0,05
	S-001	84
	TOTAL	100,3
Edificio Osmosis	Luminarias	15,5
	Compresor aire	5
	Agitadores	15
	B-003	7468,9
	B-012	0,05
	B-013	0,05
	B-014	1,1
	B-015	1,1
	B-016	180,5
	Puente Grúa	15
	Turbina Pelton	-2445,2
	TOTAL	7702,2

Edificio Oficinas	Luminarias administración	0,5
	Luminarias pesaje y seguridad	0,51
	Luminarias recepción	0,48
	Luminarias planta alta	0,44
	Luminarias sala descanso	0,136
	Luminarias sala reuniones	0,136
	Luminarias sala control	0,4
	Luminarias Aseos	0,432
	Luminarias vestuarios	0,648
	Sala control	10
	Climatización	60
	Ordenadores (x7)	2,233
	Teléfonos (x7)	0,35
	Enchufes	3
	Báscula	3
	TOTAL	82,3
Exteriores	Farolas	18,0
	TOTAL	18,0

POTENCIA TOTAL PLANTA (kW)	10123,0
----------------------------	---------

Tabla 10. Lista de consumidores.

5.4 Sistema de protección contra incendios

El presente apartado tiene por objeto la justificación de las medidas adoptadas en cuanto a diseño de medidas de evacuación y protección contra incendios en base a la normativa de aplicación.

El este caso se seguirán los criterios de diseño según el RD2267/2004, aunque podrían realizarse el uso de otras guías de diseño de reconocido prestigio para la justificación de soluciones técnicas diferentes que proporcionen un nivel de seguridad equivalente.

5.4.1 Criterios de diseño según RD2267/2004

El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales y por tanto será de aplicación en el presente proyecto.

Citar que de acuerdo al artículo 3 del RD 2267/2004 de compatibilidad reglamentaria, para fijar los requisitos de protección contra incendios del Edificio de Servicios Generales se tendrá en cuenta el Código Técnico de Edificación debido a que en el establecimiento industrial coexisten otros usos distintos al industrial (Edificio de Control y Oficinas) que tienen un uso de carácter administrativo y su superficie es mayor de 250 m².

El objeto de este apartado es caracterizar el establecimiento industrial en relación con la seguridad contra incendio de acuerdo al procedimiento de cálculo del RD 2267/2004.

Los requisitos constructivos del establecimiento industrial según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco resultante estarán de acuerdo al Anexo II del RD 2267/2004.

Una vez conocido el nivel de riesgo de todos los sectores y áreas de incendio se instalarán las instalaciones de protección contra incendios exigidas cumpliendo los requisitos del Anexo III del RD 2267/2004.

5.4.2 Caracterización del establecimiento industrial

A continuación se identifican los diferentes edificios industriales así como su caracterización por su configuración y ubicación con relación a su entorno:

- Edificio de oficinas: Tipo C.
- Edificio de osmosis: Tipo C.
- Cántara de captación: Tipo C.
- Pozo de bombeo: Tipo C.
- Almacén y taller: Tipo C.
- Edificio de envasado: Tipo C.
- Edificio de post-tratamiento: Tipo C.
- Zona de pretratamiento: Tipo E.
- Zona agua rechazada: Tipo E.

Los edificios Tipo C, se definen como: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Las zonas Tipo E, se definen como: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de sus fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

De modo que coexistirán edificios industriales identificados como tipo C y áreas de incendio identificadas como tipo E.

5.4.3 Sectorización y Cálculo del Nivel de Riesgo

Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.

1. Para los tipos A, B y C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

2. Para los tipos D y E se considera que la superficie que ocupan constituye un "área de incendio" abierta, definida solamente por su perímetro.

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará calculando la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio.

Calculando la densidad de carga ponderada para cada edificio se deduce que el nivel de riesgo intrínseco para un sector o área del establecimiento industrial puede ser baja, media ó alta según los criterios de la tabla 1.3 del RD 2267/2004, de 3 de diciembre.

Se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_s , del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones.

a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

b) Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

Donde:

- Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².
- C_i : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- A : superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².
- q_{si} : densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/m².
- S_i : superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m².
- q_{vi} : carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.
- h_i : altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.
- S_i : superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

A continuación se muestran los datos y los resultados de la densidad de carga de fuego cálculo de las diferentes zonas de riesgo intrínseco.

Edificio/Zona	Denominación del equipo/material	Si	qsi	Ci	Ra	A	Qs
Edificio de ósmosis	Aparatos eléctricos	2000	400	1	1	3200	250,0
Edificio de oficinas	Oficinas técnicas	400	600	1	1	600	575,0
	Materia de oficina	100	700	1	1,5		
Edificio de envasado	Paletas de madera	250	1000	1	2	750	746,7
	Aparatos eléctricos	150	400	1	1		
Edificio de post-tratamiento	Aparatos electrónicos	100	1000	1	2	750	373,3
	Aparatos eléctricos	200	400	1	1		
Edificio pozo de bombeo	Aparatos eléctricos	100	400	1	1	400	150,0
	Aparatos electrónicos	50	400	1	1		
Edificio cántara de captación	Aparatos eléctricos	150	400	1	1	1050	95,2
	Aparatos electrónicos	100	400	1	1		
Edificio almacén y taller	Talleres de reparación	150	400	1	1	450	844,4
	Paletas de madera	130	1000	1	2		
	Aparatos electrónicos	150	400	1	1		
Transformador	Estación transformadora	450	300	1	1,5	450	450,0
Zona pretratamiento	Aparatos eléctricos	500	400	1	1	1500	266,7
	Aparatos electrónicos	500	400	1	1		
Zona de agua rechazada	Aparatos eléctricos	100	400	1	1	150	306,7
	Aparatos electrónicos	15	400	1	1		

Tabla 11. Densidad de carga de fuego en cada área o sector de incendio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada área o sector definidos en el apartado anterior:

- Edificio de oficinas: Nivel de riesgo bajo 2.
- Edificio de osmosis: Nivel de riesgo bajo 1.
- Cántara de captación: Nivel de riesgo bajo 1.
- Pozo de bombeo: Nivel de riesgo bajo 1.
- Almacen y taller: Nivel de riesgo bajo 2.
- Edificio de envasado: Nivel de riesgo bajo 2.
- Edificio de post-tratamiento: Nivel de riesgo bajo 1.
- Zona de pretratamiento: Nivel de riesgo bajo 1.
- Zona agua rechazada: Nivel de riesgo bajo 1.
- Transformador: Nivel de riesgo bajo 2.

5.4.4 Instalaciones de protección contra incendios

5.4.4.1 Sistema automático de detección de incendios

Según el RSCIEI, Anexo III, apartado 3.3 serán necesarios sistemas automáticos de detección de incendios para actividades de producción si se cumplen las siguientes condiciones:

NIVELRI	REQUISITOS RSCIEI
TIPO C ALTO	Si la sup construida $\geq 2.000 \text{ m}^2$
TIPO C MEDIO	Si la sup construida $\geq 3.000 \text{ m}^2$
TIPO C BAJO	Sin requisitos

Tabla 12. Sistemas automáticos de detección de incendios para actividades de producción.

Para los sectores con actividades de almacenamiento, las condiciones son las siguientes:

NIVELRI	REQUISITOS RSCIEI
TIPO C ALTO	Si la sup construida $\geq 800 \text{ m}^2$
TIPO C MEDIO	Si la sup construida $\geq 1.500 \text{ m}^2$
TIPO C BAJO	Sin requisitos

Tabla 13. Sistemas automáticos de detección de incendios para actividades de almacenamiento.

Citar que cuando es exigible la instalación de un sistema automático de detección de incendio y las condiciones del diseño den lugar al uso de detectores térmicos, aquella podrá sustituirse por una instalación de rociadores automáticos de agua.

En este caso no es necesario instalación de sistemas de detección automáticos de incendios, ya que no se cumple las condiciones indicadas por ninguna de las áreas o sectores del establecimiento industrial para realizar dicha instalación.

5.4.4.2 Sistemas manuales de alarma de incendio

Según el RSCIEI Anexo III, punto 4, para actividades de producción, es exigible la instalación de sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio del edificio cuando la superficie construida sea mayor o igual de 1000 m^2 o cuando la actividad no requiera sistemas automáticos de detección de incendios.

Según el RSCIEI Anexo III, punto 4 para actividades de almacenamientos, es exigible la instalación de sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio del edificio cuando la superficie construida sea mayor o igual de 800 m^2 o cuando no requiera sistemas automáticos de detección de incendios.

Se situará al menos un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no superará los 25 m.

Por tanto, se instalarán pulsadores de alarma de incendios direccionables de superficie, rearmables con led indicador y tapa de protección en todos los sectores de incendio.

Se situará al menos un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio y junto a las salidas de emergencia, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no superará los 25 m. Se fijarán a una distancia del suelo comprendida entre 1,2 y 1,5 m del suelo.

5.4.4.3 Sistemas de comunicación de alarma.

Teniendo en cuenta el RSCIEI Anexo 3, punto 5, no será necesario la instalación de sistemas de comunicación de alarma porque la superficie construida de todos los sectores de incendio es inferior a 10.000 m^2 .

5.4.4.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios ("red de agua contra incendios"), si:

- Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 de este reglamento.

- b) Cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como:
- Red de bocas de incendio equipadas (BIE).
 - Red de hidrantes exteriores.
 - Rociadores automáticos.
 - Agua pulverizada.
 - Espuma.

De modo que como se observará en los siguientes apartados, no será necesaria la instalación de sistema de abastecimiento de aguas contra incendios.

5.4.4.5 Sistemas de hidrantes exteriores

Será necesario la instalación de hidrantes según el RSCIEI, Anexo III, apartado 7 cuando se cumplan los requisitos que se muestran a continuación:

NIVELRI	REQUISITOS RSCIEI
TIPO C ALTO	Si la superficie del sector $\geq 2.000 \text{ m}^2$
TIPO C MEDIO	Si la superficie del sector $\geq 3.500 \text{ m}^2$
TIPO C BAJO	No se requiere

Tabla 14. Sistema de hidrantes exteriores.

En este caso no es necesario instalación de sistemas de detección automáticos de incendios, ya que no se cumple las condiciones indicadas por ninguna de las áreas o sectores del establecimiento industrial para realizar dicha instalación.

5.4.4.6 Extintores de incendio

De acuerdo con el RSCIEI Anexo 3, punto 8, se instalarán extintores portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales y en las áreas de incendio excepto en las de riesgo intrínseco sea bajo 1.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permite que sean fácilmente visibles y accesibles, están situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

En este caso, por seguridad de la integridad de la planta se preverá la instalación de extintores portátiles en todos los edificios de la planta y extintores de carro en el edificio de osmosis, almacén y taller, edificio de envasado y en el área de pretratamiento.

5.4.4.7 Sistemas de bocas de incendio equipadas.

De acuerdo con el RSCIEI Anexo III, punto 9, se instalarán bocas de incendio equipadas (BIE's) en los sectores de incendio si se cumplen los requisitos de la siguiente tabla:

NIVELRI	REQUISITOS
TIPO C BAJO	-
TIPO C MEDIO	Si su superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$
TIPO C ALTO	Si su superficie construida $\geq 500 \text{ m}^2$
TIPO D ó E alto	Si su superficie construida $\geq 5000 \text{ m}^2$

Tabla 15. Sistema de bocas de incendio equipadas.

En este caso no es necesario instalación de sistemas de detección automáticos de incendios, ya que no se cumple las condiciones indicadas por ninguna de las áreas o sectores del establecimiento industrial para realizar dicha instalación.

5.4.4.8 Sistemas de columna seca

De acuerdo con el RSCIEI Anexo 3, punto 10, se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

En este caso, no es necesaria la instalación de sistemas de columna seca.

5.4.4.9 Sistemas de rociadores automáticos de agua

De acuerdo con el RSCIEI Anexo III, apartado 11, para actividades de producción se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua cuando la superficie total construida sea mayor a la que se muestra en la siguiente tabla:

NIVELRI	REQUISITOS RSCIEI
TIPO C ALTO	Si su superficie construida $\geq 2.000 \text{ m}^2$
TIPO C MEDIO	Si su superficie construida $\geq 3.500 \text{ m}^2$
TIPO C BAJO	No se requiere

Tabla 16. Sistemas de rociadores automáticos para sistemas de producción.

Para actividades de almacenamiento se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua cuando la superficie total construida sea mayor a la que se muestra en la siguiente tabla:

NIVELRI	REQUISITOS RSCIEI
TIPO C ALTO	Si su superficie construida $\geq 1.000 \text{ m}^2$
TIPO C MEDIO	Si su superficie construida $\geq 2.000 \text{ m}^2$
TIPO C BAJO	No se requiere

Tabla 17. Sistemas de rociadores automáticos para sistemas de almacenamiento.

En este caso no es necesario instalación de sistemas de detección automáticos de incendios, ya que no se cumple las condiciones indicadas por ninguna de las áreas o sectores del establecimiento industrial para realizar dicha instalación.

5.4.4.10 Sistemas de agua pulverizada

Según el RSCIEI, Anexo 3, apartado 12, se instalarán sistemas de agua pulverizada, si lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, o si es necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura.

Asimismo, se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

En este caso, no es necesaria la instalación de sistemas de agua pulverizada.

5.4.4.11 Sistemas de espuma física

Según el RSCIEI, Anexo 3, apartado 13, se instalarán sistemas de espuma física, si lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, o cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

No necesario instalar sistemas de espuma física, ya que no se almacenan líquidos inflamables.

5.4.4.12 Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

Según el RSCIEI, Anexo 3, apartado 15, se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos:

- a) Si lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas.
- b) Si constituyen recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

Se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en la sala de control de edificio de oficinas, en la sala de control de motores en el edificio de osmosis y en el área donde se encuentran los transformadores.

5.4.4.13 Sistemas de alumbrado de emergencia

Según el RSCIEI, Anexo 3, apartado 16, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- a) Estén situados en cualquier planta bajo rasante, (no aplica).
- b) La ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- c) En cualquier caso cuando la ocupación P sea igual o mayor de 25 personas.
- d) Asimismo, en los sectores donde se encuentren cuadros de control, equipos centrales y cuadros de control de las instalaciones de protección contra incendios.

Se preverá un sistema de alumbrado de emergencia en el edificio de oficinas.

5.4.4.14 Señalización

De acuerdo al RSCIEI, Anexo 3, apartado 17, se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual.

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se señalizarán mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1.

Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplirán lo establecido en la norma

UNE 23035-4:2003.

En cuanto a la iluminación, cumplirá lo dispuesto en la Sección SU 4, Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, del Documento Básico del CTE “Seguridad de utilización” (SU).

6 CONCLUSIONES

Para concluir, conviene señalar ciertos aspectos a tener en cuenta respecto al proyecto con el objetivo de resumir las soluciones adoptadas.

Atendiendo a razones de eficiencia, innovación, aspectos ambientales y objetivos de la planta diseñada conviene recalcar que:

- Se ha usado la toma de agua en toma abierta con el objetivo de garantizar el caudal de producción de la planta, debido a la necesidad de las garantías de suministro de agua potable en la isla.
- Selección de membranas de capa delgada de poliamida aromática y configuración de arrollamiento en espiral de alto rechazo de sales y la menor presión de operación necesaria (menos costes de explotación) respecto a las otras tecnologías disponibles para desalación de agua de mar mediante membranas.
- Recuperación de aproximadamente un 25% de la energía total consumida en la planta debido al empleo de una turbina pelton, reduciendo consecuentemente el consumo de la planta.
- Empleo de variadores de frecuencia y control automático de la planta a fin de realizar un mejor control de la planta frente a cambios del sistema.
- Estudio de las posibilidades del rechazo de salmuera e instalación de una recirculación con agua de mar para disminuir la concentración de sales en el agua rechazada y emitida mediante difusores de alto rendimiento, minimizando el posible impacto causado a la biota marina.
- Instalación de planta envasadora de agua para producir agua potable embotellada, como sistema de valor añadido a la planta.

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de VEINTIUN MILLONES NOVECIENTOS SESENTA MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con UN CÉNTIMOS.

El coste de agua producida teniendo en cuenta los costes de amortización de la inversión, los costes fijos y los costes variables de operación, calculado en el Anexo II, será de 0,575 €/m³.

Estimando que el precio de venta del agua producida es de 1,22€/ m³ y realizando el análisis de rentabilidad como se puede observar en el Anexo II, se obtienen una serie de resultados que indican que la inversión es rentable, siendo la tasa de recuperación de 4 años.

7 NORMATIVA APLICABLE

Para este proyecto, de aplicación en Barbados, se usará principalmente normativa europea y española, considerando tanto estas normas, como otras internacionales, normativas de reconocido prestigio.

- **Recipientes a presión.**

- Directiva 97/23/CE Relativa a Recipientes a presión.
- Real Decreto 2060/2008 de 12 de Diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y corrección de errores.

- **Instalaciones eléctricas/energía**

- Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. BOE nº310 de 27 de Diciembre de 2000.

- **Instrumentación y control.**

- Normas ISA (Instrument Society of America).
- Normas API (American Petroleum Institute).
- Normas UNE.
- Normas CEI y CENELEC.
- MI-BT (Reglamento Electrotécnico Español).

- **Bombas**

- Norma DIN 24256. Bombas centrífugas (general).
- Norma UNE-EN ISO 14847. Bombas volumétricas rotativas. Requisitos técnicos.

- **Puentes grúas, equipos de manejo de sólidos**

- Normas: Federación Española de Manutención.

- **Otros**

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano.
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Ordenanza general de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de 1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Las mediciones de presión sonora se realizarán de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 3746:1995 y las normas de consulta correspondientes que se citan en la propia ISO 3746.
- UNE-EN ISO 14122. Seguridad de la Máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales.
- EN-62061. Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad.
- UNE-EN ISO 13849. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.
- UNE-EN 60204. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Norma UNE 157001, de febrero 2002, “Criterios generales para la elaboración de proyectos”.
- Real decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

REFERENCIAS

Libros, cursos y pfc:

1. Fundamentals of Salt Water Desalination, Hisham T. El-Dessouky and Hisham Mohamed Ettouney. Published: Elsevier Science an imprint of Elsevier Books Reference on Jan 1, 2002.
2. Curso Desalación de Aguas, Nuevas Tecnologías y uso de energías renovables. Colegio Oficial de Ingenieros Industriales Andalucía Occidental.
3. Guía de Desalación: Aspectos técnicos y sanitarios en la producción de agua de consumo humano. Ministerio de sanidad y política social.
4. Membrane separation systems. Recent Developments and Future Directions by R.W. Baker, E.L. Cussler, W. Eykamp, W.J. Koros, R.L. Riley, H. Strathmann.
5. Seawater Reverse Osmosis plants in the Caribbean. Recover Energy and Brine and reduced Costs. Shawn Meyer-Steele, Antonia von Gottberg and Jose Luis Talavera.
6. Proyecto fin de carrera, Ingeniería Básica de una planta desaladora de Agua de Mar por Ósmosis Inversa para una población de 50.000 habitantes; Lidia González Rebollo.
7. Proyecto fin de carrera, Desalación de Agua de Mar en Planta Termosolar de Cilindroparabólico de 50 MW; Fernando Ruiz Ruiz, Septiembre 2014.
8. Proyecto fin de carrera, Diseño de una planta desaladora en el municipio de telde (Canarias); Andrés Martínez Lezaun, Octubre de 2014.
9. Guía para la remineralización de aguas desaladas, Manuel Hernandez, 2ª edición.
10. Seawater Desalination: Trends and Technologies, <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/13756.pdf>
11. Curso de electrodiálisis EOI.
12. Inter press service, agenda de noticias.

Páginas web:

1. Power Tech Chronos (Paletizadora): <http://www.ptchronos.com/>
2. Sulzer (Bombas): <https://www.sulzer.com>
3. Dow Chemical (Membranas): <http://www.dow.com/>
4. Hidrometalica (Decantador): <http://hidrometalica.com/>
5. Técnica de fluidos (Bombas dosificadoras Jesco): <http://www.tecnicafluidos.es/>
6. Kaeser (Compresores): <http://www.kaeser.es/>
7. Tadipol (Depósitos PRFV): <http://www.tadipol.com/>
8. Degremont (Filtros seaclean): <http://www.degremont.es/>
9. Putsch group (Filtro cartuchos): <http://es.putsch.com/>
10. Drintec (Lechos de calcita): <http://drintec.com/es/>

11. Lenntech: <http://www.lenntech.es/>
12. Ecoagua: http://www.ecoagua.com/files/technical-articles/art_tec_cv4.pdf
13. <http://www.correodelorinoco.gob.ve/impacto/adviertenescasezagupotablebarbados/>
14. http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=25139&Itemid
15. <http://barbadoswaterauthority.com/?p=3535>
16. Desaladora Valdelentisco: <http://www.valdelentisco.es/>

**INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA
DE AGUA DE MAR DE 40.000 M³/DÍA DE
CAPACIDAD**

ANEXO I

MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CÁLCULOS

Índice

Índice	iii
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Notación	vii
1 Datos de partida	1
2 Balance de materia	3
3 Captación de agua de mar	5
3.1 <i>Inmisario submarino</i>	5
3.2 <i>Dimensionamiento cántara de captación</i>	5
3.3 <i>Dimensionamiento del pozo de bombeo</i>	6
4 Dosificación reactivos pretratamiento	7
4.1 <i>Desinfección</i>	7
4.2 <i>Acidificación</i>	7
4.3 <i>Coagulación</i>	8
4.4 <i>Decloración</i>	8
4.5 <i>Antiincrusante</i>	9
5 Filtros de arena-antracita	10
5.1 <i>Lavado de los filtros de arena-antracita</i>	10
6 Filtros de cartucho	12
7 Dimensionamiento unidad osmosis inversa	13
7.1 <i>Predimensionamiento de unidad de osmosis</i>	13
7.1.1 <i>Consideraciones iniciales</i>	13
7.1.2 <i>Configuración del flujo y número de pasos</i>	13
7.1.3 <i>Selección del tipo de membrana</i>	13
7.1.4 <i>Seleccionar el flujo medio de membrana</i>	15
7.1.5 <i>Calcular el número de mebranas y tubos de presión</i>	16
7.1.6 <i>Seleccionar el número de etapas</i>	16
7.1.7 <i>Seleccionar ordenamiento</i>	17
7.1.8 <i>Ajuste y equilibrio de sistema</i>	17
7.2 <i>Análisis de configuraciones y evaluación</i>	21
8 Bombeo a alta presión y recuperación energética	30
9 Equipos de limpieza química y desplazamiento	32
9.1 <i>Depósito de limpieza química y desplazamiento</i>	32
9.2 <i>Bombas de limpieza química y desplazamiento</i>	33
9.3 <i>Filtros de cartucho</i>	33
10 Post-Tratramiento	34
10.1 <i>Dosificación de CO₂</i>	34

10.2	<i>Filtros de calcita</i>	35
10.3	<i>Cloración</i>	36
11	Depósito de agua potable	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterio de calidad del agua de consumo humano según la BWA.	1
Tabla 2. Calidad del agua de alimentación a planta.	2
Tabla 3. Tabla resumen de caudales en cántara de captación.	4
Tabla 4. Dimensiones cántara de captación.	5
Tabla 5. Dimensiones Pozo de Bombeo.	6
Tabla 6. Elección del tipo de membrana. Fabricante Dow Filmtec	14
Tabla 7. Membranas SW. Fabricante Dow Filmtec.	14
Tabla 8. Selección del Número de Etapas.	16
Tabla 9. Diseño 1: 7 membranas SW30ULE-440i por permeador.	22
Tabla 10. Diseño 2: 7 membranas SW30ULE-400i por permeador.	22
Tabla 11. Diseño 4: 7 membranas SW30HRLE-440i por permeador.	23
Tabla 12. Diseño 5: 2 membranas SW30HRLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i	24
Tabla 13. Diseño 6: 2 membranas SW30XLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i	25
Tabla 14. Diseño 7: 2 membranas SW30HRLE-440i + 2 membranas SW30XLE-440i + 3 membranas SW30ULE-440i	25
Tabla 15. Diseño 8: 1 membranas SW30HRLE-440i + 1 membranas SW30XLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i	26
Tabla 16. Características de diferentes diseños con membranas Filmtec.	27
Tabla 17. Calidad del permeado (expresado en ppm) para las diferentes configuraciones en un paso.	28
Tabla 18. Configuración final adoptada de las membranas de osmosis inversa.	29
Tabla 19. Dimensiones depósito de agua potable.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Balance de materia zona de membranas.	3
Ilustración 2. Balance de materia en la cántara de captación	4
Ilustración 3. Guia de diseño de membranas Filmtec para diámetros de 8-inch.	15
Ilustración 4. Pestaña 1: Información del proyecto	17
Ilustración 5. Pestaña 2: Datos de agua de alimentación	18
Ilustración 6. Pestaña 3: Ajuste de la composición y pH del agua de alimentación	19
Ilustración 7. Pestaña 4: Configuración del sistema	19
Ilustración 8. Pestaña 5: Reporte de resultados	20
Ilustración 9. Resultados configuración final de predimensionamiento	21
Ilustración 10. Caudal de permeado por membrana para cada configuración.	26
Ilustración 11. Presión de alimentacion por membrana para cada configuración.	27
Ilustración 12. Gráficas comparativas de diferentes diseños Filmtec.	28
Ilustración 13. Efecto de la remineralización.	34

η	Conversión
X_E	Concentración de sales en el agua (ppm) - Emisario submarino
X_P	Concentración de sales en el agua (ppm) -Permeado
X_M	Concentración de sales en el agua (ppm) - Recirculación en la entrada
X_F	Concentración de sales en el agua (ppm) - Alimentación a planta
X_I	Concentración de sales en el agua (ppm) - Captación en pozo de bombeo
X_R	Concentración de sales en el agua (ppm) - Rechazo
Q_E	Caudal volumétrico de agua - Emisario submarino
Q_P	Caudal volumétrico de agua - Permeado
Q_M	Caudal volumétrico de agua - Recirculación en la entrada
Q_F	Caudal volumétrico de agua - Alimentación a planta
Q_I	Caudal volumétrico de agua - Captación en pozo de bombeo
Q_R	Caudal volumétrico de agua - Rechazo
D	Diámetro
$Q_{\text{máx}}$	Caudal máximo
Q_{medio}	Caudal medio
$v_{\text{máx}}$	Velocidad máxima
V_{min}	Volumen mínimo
TDS	Sólidos totales disueltos
<i>ppm</i>	Partes por millón
ΔP	Pérdida de carga
LSI	Índice de saturación de Langelier
BWA	Barbados Water Authority

1 DATOS DE PARTIDA

La planta debe producir, al menos, 30.000 m³/día de agua potable a partir de agua de mar. El agua potable producida debe tener las siguientes características, para cumplir los criterios de agua de para consumo humano según la Barbados Water Authority.

Table 1 Treated Water Quality Guidelines and the Target Water Qualities			
Parameter	Unit	Target*	WHO Guidelines
Turbidity	NTU	< 0.1	0.1
Nitrate	mg/l (as N)	< 8	< 10
PH		6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Treated Water Free Chlorine Residual (after 30 min. contact time at pH < 8.0)	mg/l	≥ 0.1	≥ 0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	<500	500
Chlorides	mg/l	<250	250

* The WHO guidelines for nitrate concentration shall be achievable for up to 25-30 mg/l of NO₃ (as N) in the raw water.

Tabla 1. Criterio de calidad del agua de consumo humano según la BWA.

Además de estos criterios, se deberá cumplir también el RD 140/2003, del 17 de febrero, por el que se establecen los criterios de la calidad del agua de consumo humano, para aquellos elementos que no vengan especificados según la especificaciones de la Barbados Water Authority.

La composición agua de mar, que sirve de alimentación a la planta tiene la siguiente composición:

Parámetros	Valores	Unidad
Conductividad	53900	$\mu\text{S/cm}$
Turbidez	<1	NTU
TDS	36537	mg/L
Temperatura	27,1	$^{\circ}\text{C}$
pH	7,3	
CATIONES		
Amonio (NH_4^+)	0,03	mg/L
Potasio (K^+)	446,93	mg/L
Sodio (Na^+)	10312,48	mg/L
Magnesio (Mg^{2+})	1511,60	mg/L
Calcio (Ca^{2+})	616,68	mg/L
Estroncio (Sr^{2+})	10,42	mg/L
Bario (Ba^{2+})	0,00	mg/L
Boro (B^{2+})	3,00	mg/L
ANIONES		
Carbonato (CO_3^{2-})	70,93	mg/L
Bicarbonato (HCO_3^-)	2481,03	mg/L
Nitrato (NO_3^-)	2,61	mg/L
Bromo (Br^-)	70,50	mg/L
Cloro (Cl^-)	18171,62	mg/L
Flúor (F^-)	1,59	mg/L
Sulfato (SO_4^{2-})	2862,37	mg/L
Sílice (SiO_2^-)	31,98	mg/L

Tabla 2. Calidad del agua de alimentación a planta.

2 BALANCE DE MATERIA

Para la realización del balance de material global de la planta desalinizadora, se asume:

- $\eta = 45\%$ (Conversión típica en una planta de osmosis inversa de dos etapas)
- $X_P = 370 \text{ ppm}$
- $Q_P = 40.000 \text{ m}^3/\text{día}$
- $X_F = 36537 \text{ ppm}$

Se ha elegido realizar el diseño para una producción de $40.000 \text{ m}^3/\text{día}$, con el fin de sobredimensionar la instalación, ya que la planta debe producir, el menos, $30.000 \text{ m}^3/\text{día}$. Sabiendo que siempre puede surgir alguna parada inesperada por fallo en la planta o puede ser necesaria la limpieza de las membranas, queda justificado este dimensionamiento de modo que la planta pueda producir el caudal mínimo exigido mientras se reparan o limpian otros equipos al mismo tiempo.

Establecidos los datos de partida, se procede a realizar el balance de material global de la planta:

$$Q_F = \frac{Q_P}{\eta} = \frac{40.000}{0,45} = 88.889 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$Q_R = Q_F - Q_P = 88.889 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} - 40.000 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 48.889 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Sabiendo los caudales, solo falta calcular la concentración de salida del rechazo de la planta.

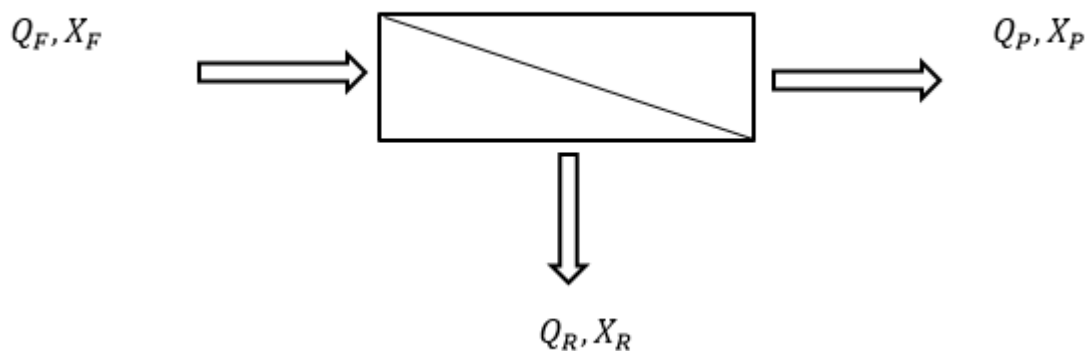


Ilustración 1. Balance de materia zona de membranas.

$$X_R = \frac{Q_F \cdot X_F - Q_P \cdot X_P}{Q_R} = 66.128 \text{ ppm}$$

Esta concentración del caudal rechazo del proceso osmosis inversa, se reduce a 55.000 ppm mezclándose con agua de mar que llega a la cántara de captación. El objetivo de esta reducción de concentración es la de emitir, mediante emisario submarino, una salmuera de menor concentración para que afecte lo menos posible a la biota marina, ya que Barbados posee casi 90 Km de arrecifes de coral en sus costas, que hay que conservar en perfectas condiciones.

Para reducir la concentración, el caudal de agua captada tiene que ser mayor al caudal de agua tratada en la planta, para que parte de este se inyecte con el agua de rechazo que se envía al mar mediante emisario submarino. Se plantea la siguiente configuración:

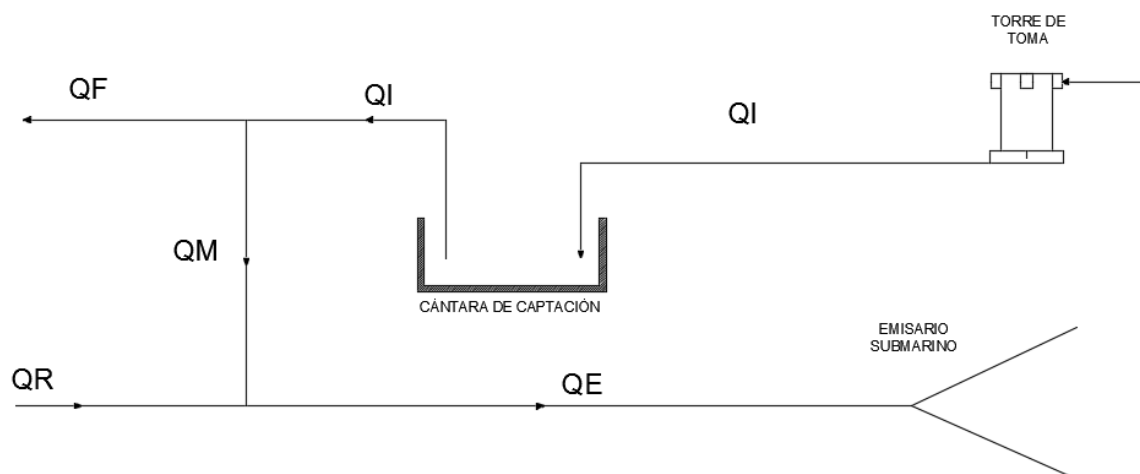


Ilustración 2. Balance de materia en la cántara de captación

A continuación se calcula Q_I , Q_M y Q_E para obtener una concentración de llegada al emisario submarino de $X_E = 55.000$ ppm. Asumiendo que:

- $X_I = X_M = X_F = 36537$ ppm

$$Q_E = Q_M + Q_R$$

$$Q_E \cdot X_E = Q_M \cdot X_M + Q_R \cdot X_R$$

Sustituyendo la (Ec. 4) en la (Ec. 5), se obtiene una ecuación con una incógnita, Q_M .

$$Q_M = Q_R \frac{(X_R - X_E)}{(X_E - X_M)} = 29.467 \frac{m^3}{día}$$

A continuación se muestra una tabla resumen de los caudales y concentraciones de entrada y salida de la planta en m^3/h .

Caudales (m^3/h)		Concentraciones (ppm)	
QF	3704	XF	36537
QP	1667	XP	370
QR	2037	XR	66128
QI	4931	XI	36537
QM	1228	XM	36537
QE	3265	XE	55000

Tabla 3. Tabla resumen de caudales en cántara de captación.

3 CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR

3.1 Inmisario submarino

Para transportar el agua captada en la torre de toma, es necesaria la instalación de un inmisario submarino, que no es más que un conducto por el que circulará el agua captada en la torre de toma hasta la cántara de captación, desde donde será bombeada hasta la planta.

Para diseñar este conducto es necesario tener en cuenta que la velocidad máxima del agua de paso por el inmisario debe ser 1,2 m/s. De modo que sabiendo que el caudal máximo de agua captada es 4931 m³/h, se calcula el diámetro que debe tener el inmisario.

$$\text{Área} = \frac{Q_{\text{máx}}}{V_{\text{máx}}} = \frac{\frac{4931 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}}}{1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,14 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{\text{Área} \cdot 4}{\pi}} = 1,2 \text{ m}$$

De modo que el inmisario debe tener un diámetro interior de 1,2 m.

3.2 Dimensionamiento cántara de captación

La cántara de captación realiza la función de depósito pulmón entre la torre de toma y el pozo de bombeo, que se encuentra en la planta desalinizadora. Además, como se comentó anteriormente, sirve también para inyectar parte del caudal de agua captado desde la torre de toma al caudal de rechazo de la planta, para así disminuir la concentración de sales emitida por el emisario submarino.

Para dimensionar la cántara de captación se asume que debe garantizar como mínimo una (1) hora el abastecimiento de las bombas de captación. De modo que el volumen mínimo será:

$$V_{\text{min}} = Q_F \cdot 1h = 3704 \text{ m}^3$$

Se obtiene así que las dimensiones de la cántara de captación serán:

Parámetro	Dimensión	Unidad
Alto	6	m
Ancho	23	m
Largo	27	m
Volumen	3726	m ³

Tabla 4. Dimensiones cántara de captación.

3.3 Dimensionamiento del pozo de bombeo

El pozo de bombeo recibe el agua bruta desde la cántara de captación, haciendo de depósito pulmón entre la cántara de captación y los bastidores de osmosis, debido a la altura existente. De este modo el agua es bombeada desde el pozo de bombeo hasta el depósito de agua pretratada (justo antes de entrar en los bastidores de osmosis inversa) pasando por los filtros de arena-antracita y por los filtros de cartucho.

Para ello el pozo de bombeo se dimensiona de modo que pueda abastecer al menos 20 minutos a los bastidores de osmosis, del siguiente modo:

$$V_{min} = Q_F \frac{m^3}{h} \cdot \frac{1}{3} h = 3704 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{1}{3} h = 1235 m^3$$

Se obtiene así que las dimensiones del pozo de bombeo serán:

Parámetro	Dimensión	Unidad
Alto	6	m
Ancho	7	m
Largo	30	m
Volumen	1260	m ³

Tabla 5. Dimensiones Pozo de Bombeo.

Las características técnicas de las bombas y los depósitos se pueden encontrar en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

4 DOSIFICACIÓN REACTIVOS PRETRATAMIENTO

4.1 Desinfección

El hipoclorito de sodio (NaClO) es el producto más empleado en desinfección. Los equipos necesarios para su aplicación deben constar al menos de un depósito para almacenamiento del producto, suficiente para cubrir al menos las necesidades de la instalación durante unos 15 días, y de las bombas dosificadoras correspondientes.

La dosificación se realizará en el pozo de bombeo, que se encuentra en el edificio de bombeo.

El caudal de agua total a clorar sería $3704 \text{ m}^3/\text{h}$, si la planta estuviera produciendo a capacidad máxima.

- Dosis media: 2,5 ppm
- Características producto químico: NaClO al 13% de cloro activo (160 mg/l)

El caudal medio de producto a dosificar será:

$$Q_{\text{medio}} = \frac{3704 \cdot 2,5}{160} = 58 \text{ L/h}$$

Para la dicha dosificación se instalará, teniendo en cuenta que el caudal de cloración del agua permeada es de $51,7 \text{ L/h}$, como se muestra en el apartado 10.3.:

- Dos (2) bombas dosificadoras de NaClO en disposición (1+1R) con caudal unitario mayor de 110 L/h .
- Un depósito con un volumen útil de al menos 40 m^3 .

$$V_{\text{Dep. NaClO}} = (58 + 51,7) \frac{\text{L}}{\text{h}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 15 \text{ días} = 39,49 \text{ m}^3$$

4.2 Acidificación

La adición de un ácido al agua bruta de alimentación se realiza para ajustar el pH del agua. El ácido más comúnmente utilizado es el Ácido Sulfúrico (H_2SO_4). La adición se realiza en el colector de alimentación a la instalación entre el pozo de bombeo y los filtros de arena antracita.

La instalación es similar a la indicada para la desinfección: bombas y sus dispositivos de seguridad y filtración, bomba de trasvase, depósito con capacidad para 15 días de funcionamiento y provisto de un deshumectador de gel de sílice.

- Caudal de agua a tratar: $3704 \text{ m}^3/\text{h}$
- Dosis media: 20 ppm
- Características producto químico: H_2SO_4 comercial al 98% (1800 g/l).

El caudal medio de producto a dosificar será:

$$Q_{\text{medio}} = \frac{3704 \cdot 20}{1800} = 41 \text{ L/h}$$

Para la dicha dosificación se instalará:

- Dos (2) bombas dosificadoras de H_2SO_4 en disposición (1+1R) con caudal unitario mayor de 41 L/h.
- Un depósito con un volumen útil de al menos $15 m^3$.

$$V_{Dep. H_2SO_4} = 41 \frac{L}{h} \cdot 24 \frac{h}{día} \cdot 15 días = 14,8 m^3$$

4.3 Coagulación

Es la operación en que las partículas en suspensión aumentan su superficie de contacto debido a la adición de un coagulante. Debido a la floculación, las partículas se agrupan en partículas mayores (coagulación) y alcanzan la masa suficiente para sedimentar.

El coagulante más comúnmente utilizado es el Cloruro Férrico (Cl_3Fe). La adición se realiza antes de los filtros de arena.

- Caudal de agua a tratar: $3704 m^3/h$
- Dosis media: 10 ppm
- Características producto químico: $FeCl_3$ comercial del 40% de riqueza (567 g/l).

El caudal medio de producto a dosificar será:

$$Q_{medio} = \frac{3704 \cdot 10}{567} = 65,3 L/h$$

Para la dicha dosificación se instalará:

- Dos (2) bombas dosificadoras de Cl_3Fe en disposición (1+1R) con caudal unitario mayor de 66 L/h.
- Un depósito con un volumen útil de al menos $23,5 m^3$, suficiente para tener una autonomía de 15 días.

$$V_{Dep. ClFe_3} = 65,3 \frac{L}{h} \cdot 24 \frac{h}{día} \cdot 15 días = 23,5 m^3$$

4.4 Decloración

La función principal de la decloración es eliminar el cloro y las cloraminas, ya que son extremadamente agresivas para las membranas semipermeables.

El declorante más utilizado es el Bisulfito Sódico ($NaHSO_3$). La aplicación se realiza entre los filtros de arena y filtros de cartucho.

- Caudal de agua a tratar: $3704 m^3/h$
- Dosis media: 8 ppm
- Características producto químico: $NaHSO_3$ al 40% de riqueza (250 g/l).

El caudal medio de producto a dosificar será:

$$Q_{medio} = \frac{3704 \cdot 8}{250} = 118,5 \text{ L/h}$$

Para la dicha dosificación se instalará:

- Dos (2) bombas dosificadoras de NaHSO_3 en disposición (1+1R) con caudal unitario mayor de 119 L/h.
- Dos (2) depósitos agitados con un volumen útil de al menos 10 m^3 cada uno, suficiente para tener una autonomía total de 7 días.

$$V_{Dep. \text{ NaHSO}_3} = 118,5 \frac{\text{L}}{\text{h}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 7 \text{ días} = 20 \text{ m}^3$$

4.5 Antiincrusante

El antiincrustante más utilizado es el Hexametáfosfato Sódico (HMP). La dosificación se realiza entre los filtros de arena y filtros de cartucho.

- Caudal de agua a tratar: $3704 \text{ m}^3/\text{h}$
- Dosis media: 1,5 ppm
- Consumo: 5556 g/h
- Características producto químico: HMP diluido al 5,5% de concentración.
- Densidad agua: 1010 g/L

El caudal medio de producto a dosificar será:

$$Q_{medio} = \frac{5556}{0,055 \cdot 1010} = 27,3 \text{ L/h}$$

Para la dicha dosificación se instalará:

- Dos (2) bombas dosificadoras de HMP en disposición (1+1R) con caudal unitario mayor de 28 L/h.
- Dos (2) depósitos agitados con un volumen útil de al menos $2,5 \text{ m}^3$ cada uno, suficiente para tener una autonomía total de 7 días.

$$V_{Dep. \text{ NaHSO}_3} = 27,3 \frac{\text{L}}{\text{h}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 7 \text{ días} = 4,6 \text{ m}^3$$

Las características técnicas de las bombas dosificadoras y los depósitos se pueden encontrar en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

5 FILTROS DE ARENA-ANTRACITA

La filtración de arena-antracita se encuentra dentro de los pretratamientos físicos a los que debe ser sometida el agua de mar antes de llegar a los bastidores de osmósis inversa.

Los filtros de arena-antracita que se utilizan en las instalaciones desaladoras son generalmente a presión, y se colocan normalmente en paralelo con un filtro de reserva para realizar el lavado de forma individual, sin tener que detener la instalación.

Para grandes instalaciones se usan filtros horizontales, debido a la alta superficie requerida. El movimiento del agua es siempre en sentido vertical, penetrando por la parte superior y descendiendo a través de las capas filtrantes.

Se ha elegido utilizar los filtros de arena-antracita Seaclean de la firma Degremont, que tiene las siguientes características:

- Velocidad de filtración de diseño: 15 m/h
- Velocidad de filtración máxima: 20 m/h
- $P_{\text{máx.}}$: 6 bar
- Área de filtración: 51 m²

El área de filtración necesaria será:

$$\text{Área} = \frac{3704 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{15 \frac{\text{m}}{\text{h}}} = 247 \text{ m}^2$$

De modo que el número de filtros necesarios para operación será:

$$N^{\circ} \text{filtros} = \frac{247}{51} \cong 5$$

Finalmente, se instalarán 6 (5+1R) filtros de esta marca. El resto de características técnicas de estos filtros se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

5.1 Lavado de los filtros de arena-antracita

El lavado de los filtros de arena-antracita debe realizarse cuando la pérdida de carga a través del filtro alcanza los 0,9 o 1 bar. Para no detener la producción se realiza alternativamente el lavado de los filtros, de modo que todos los filtros están en funcionamiento menos uno (1) que se encuentra parado para lavado y/o mantenimiento.

El lavado de los filtros se realiza en contracorriente (desde abajo hacia arriba) con aire y agua, arrastrando las partículas que ensucian el filtro.

Las velocidades de lavado recomendadas son:

- Velocidad de lavado con Aire: 50 m/h

- Velocidad de lavado con Agua: 10-18 m/h

El caudal de aire de lavado necesario para un filtro será:

$$Q_{aire} = 50 \frac{m}{h} \cdot 51m^2 = 2550 \frac{m^3}{h}$$

El caudal de agua de lavado será:

$$Q_{agua\ lavado} = 10 \frac{m}{h} \cdot 51m^2 = 510 \frac{m^3}{h}$$

El caudal de agua de aclarado será:

$$Q_{agua\ aclarado} = 18 \frac{m}{h} \cdot 51m^2 = 918 \frac{m^3}{h}$$

El lavado se prevé con agua rechazada de las membranas de osmosis. Para ello se instala una bomba exclusivamente para ese fin. Para el lavado con aire se instalará una soplante que aporte el caudal necesario.

Las hojas de datos de los equipos seleccionados se encuentran el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

6 FILTROS DE CARTUCHO

La filtración de cartuchos es otro de los pretratamientos físicos a los que se ve sometido al agua de alimentación antes de llegar a los bastidores de osmosis inversa.

Se utilizan en las instalaciones para poder garantizar un nivel de filtración mínimo de 5 micras, que es el requerido por los fabricantes de membranas.

Son depósitos metálicos con interior recubierto como los filtros de arena, y utilizan como medio filtrante unos cartuchos de polipropileno o plástico. Los filtros de cartucho se sustituyen cuando la pérdida de carga supera 1 bar de presión.

Para la esta filtración se han seleccionado filtros PUTSCH, de acero inoxidable 316L, que tienen las siguientes características:

- Dimensiones de cartuchos:
 - Diámetro: 2 inch
 - Longitud: 1,5 m
- Filtros:
 - Capacidad de 12 cartuchos por filtro
 - Superficie filtrante: 2,84 m²
 - Caudal por filtro: 600 m³/h

Serán necesarios:

$$N^{\circ} \text{filtros cartucho} = \frac{3704}{600} = 6,17$$

Se instalarán 8 filtros (7+1R) filtros de cartucho de la marca PUTSCH.

El resto de características técnicas de estos filtros se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

7 DIMENSIONAMIENTO UNIDAD OSMOSIS INVERSA

Para el dimensionamiento de una instalación de osmosis inversa se han definido en apartados anteriores:

- Las características del agua bruta que se va a utilizar
- La calidad del agua que se requiere obtener

La clave del tratamiento lo constituye la membrana, por lo tanto el diseño básico consistirá en la selección de la membrana idónea para este caso, es decir la que genera menores costes y dificultades en la producción del agua final o permeado.

Sabiendo que el agua a desalar es agua de mar con toma abierta, existe riesgo de contaminación orgánica, por lo que se decide usar membranas de arrollamiento en espiral.

7.1 Predimensionamiento de unidad de osmosis

A continuación se realiza la preselección de las membranas para diseñar la unidad de osmosis inversa. Conviene indicar que este predimensionamiento se realiza de forma manual, siguiendo las recomendaciones del fabricante de membranas DOW FILMTEC, pero que posteriormente se comprobará con el programa ROSA si se cumplen los objetivos necesarios para obtener el permeado con la calidad requerida, o hay que ajustar la disposición de las membranas e incluso el tipo de membranas a emplear.

7.1.1 Consideraciones iniciales

Las condiciones de partida a tener en cuenta son:

- Alimentación con agua de mar superficial (Toma abierta) con $SDI < 5$
- Flujo de permeado requerido: $40.000 \text{ m}^3/\text{día} = 1.666,67 \text{ m}^3/\text{h}$
- TDS: 36.547 mg/L
- Tubos de presión de 7 elementos
- Recuperación: 45%
- Bastidores de $5.000 \text{ m}^3/\text{día}$ (8 bastidores)

7.1.2 Configuración del flujo y número de pasos

La configuración estándar de flujo para el sistema de membranas es de **un solo paso**, donde la alimentación pasa una vez a través del sistema.

De todos modos, este es un predimensionamiento, de modo que si la calidad del agua permeada no cumple con el reglamento, se planteará un segundo paso por membranas del agua permeada más adelante.

7.1.3 Selección del tipo de membrana

Los elementos se seleccionan en función de la salinidad del agua de alimentación, la tendencia al ensuciamiento (Fouling) del agua de alimentación, el rechazo requerido y las necesidades energéticas.

Según la gama de membranas Dow, podemos encontrar la siguiente tabla ilustrativa:

Membrane Type	Feed TDS (ppm)	System Permeate Flow (gpm)	Permeate Quality (ppm)
TW	< 5000	4-inch: máx. 25	< 50
		8-inch: máx. 10	
XLE, LE	< 1000	4-inch: máx. 26	< 50
		8-inch: máx. 11	
BW, FR	< 5000	4-inch: máx. 27	< 50
		8-inch: máx. 12	
SW	3000-15000	4-inch: máx. 28	< 150
		8-inch: máx. 13	
SWHR, SW HRLE	10000-50000	4-inch: máx. 29	Varies (< 500)
		8-inch: máx. 14	
NF	< 1000	4-inch: máx. 30	< 150
		8-inch: máx. 15	

Tabla 6. Elección del tipo de membrana. Fabricante Dow Filmtec

Esta tabla muestra una serie de sugerencias para la selección de la membrana, ya que la elección final depende también de requisitos y de condiciones de funcionamiento específicos del sistema.

De esta tabla comprobamos que las membranas más adecuadas según la salinidad de la alimentación de la planta son las SW, de modo que se muestran a continuación todos los tipos de membranas SW en la siguiente tabla:

FILMTEC	Tipo de membrana	Flujo de Permeado gpd (m ³ /d)	Área ft ² (m ²)	Max, Presión (bar)	Rechazo de Sales (mínimo)	Flujo de permeado, m ³ /(m ² ·d)
Membranas con alto Rechazo de Sales	SW30HR-380	6,000 (23)	380 (35)	69	99,70 (99,60)	0,657
	SW30HRLE-400i	7,500 (28)	400 (37)	83 9	99,75	0,757
	SW30HRLE-400	7,500 (28)	400 (37)	83	99,75 (99,60)	0,757
	SW30HR-370/34i	6,300 (24)	370 (34)	83	99,75 (99,60)	0,706
	SW30XHR-440i	6,600 (25)	440 (41)	83	99,82 (99,70)	0,610
	SW30HRLE-440i	8,200 (31)	440 (41)	83	99,80 (99,65)	0,756
	SW30HRLE-370/34i	6,700 (25)	370 (34)	83	99,80 (99,65)	0,735
Membranas de baja energía y alto flujo	SW30XLE-400i	9,000 (34)	400 (37)	83	99,70 (99,60)	0,919
	SW30XLE-440i	9,900 (37,5)	440 (41)	83	99,75 (99,60)	0,915
Membranas de ultra baja energía y alto flujo	SW30ULE-400i	11,000 (41,6)	400 (37)	83	99,70 (99,60)	1,124
	SW30ULE-440i	12,000 (45,4)	440 (41)	83	99,70 (99,60)	1,107

Tabla 7. Membranas SW. Fabricante Dow Filmtec.

Según los intereses de bajo consumo y alto flujo se preselecciona la membrana de ultrabaja energía y alto flujo **FILMTEC- SW 30 ULE-440i**.

7.1.4 Seleccionar el flujo medio de membrana

Se selecciona el flujo de diseño en L/m²h, basandose en la guía de diseño de elementos FILMTEC para elementos de 8-inch, como se observa en la siguiente ilustración.

Feed source	RO Permeate	Well Water	Surface Supply		Wastewater (Filtered Municipal Effluent)		Seawater	
					MF ¹	Conventional	Well or MF ¹	Open intake
Feed silt density index	SDI < 1	SDI < 3	SDI < 3	SDI < 5	SDI < 3	SDI < 5	SDI < 3	SDI < 5
Average gfd	21-25	16-20	13-17	12-16	10-14	8-12	8-12	7-10
system flux l/m ² h	36-43	27-34	22-29	20-27	17-24	14-20	13-20	11-17
Maximum element recovery %	30	19	17	15	14	12	15	13

Active Membrane Area		Maximum permeate flow rate, gpd (m ³ /d)						
320 ft ² elements	9,000 (34)	7,500 (28)	6,500 (25)	5,900 (22)	5,300 (20)	4,700 (18)	6,700 (25)	6,100 (23)
365 ft ² elements	10,000 (38)	8,300 (31)	7,200 (27)	6,500 (25)	5,900 (22)	5,200 (20)		
380 ft ² elements	10,600 (40)	8,600 (33)	7,500 (28)	6,800 (26)	5,900 (22)	5,200 (20)	7,900 (30)	7,200 (27)
390 ft ² elements	10,600 (40)	8,900 (34)	7,700 (29)	7,000 (26)	6,300 (24)	5,500 (21)		
400 ft ² elements	11,000 (42)	9,100 (34)	7,900 (30)	7,200 (27)	6,400 (24)	5,700 (22)		
440 ft ² elements	12,000 (45)	10,000 (38)	8,700 (33)	7,900 (30)	7,100 (27)	6,300 (24)		

Element type	Minimum concentrate flow rate ² , gpm (m ³ /h)						
BW elements (365 ft ²)	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	16 (3.6)	18 (4.1)	
BW elements (400 ft ² and 440 ft ²)	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	18 (4.1)	20 (4.6)	
NF elements	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	18 (4.1)	18 (4.1)	
Full-fit elements	25 (5.7)	25 (5.7)	25 (5.7)	25 (5.7)	25 (5.7)	25 (5.7)	
SW elements	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	16 (3.6)	18 (4.1)	13 (3.0) 15 (3.4)

Active area		Maximum feed flow rate ² , gpm (m ³ /h)						
Element type	ft ² (m ²)							
BW elements	365 (33.9)	65 (15)	65 (15)	63 (14)	58 (13)	52 (12)	52 (12)	
BW or NF elements	400 (37.2)	75 (17)	75 (17)	73 (17)	67 (15)	61 (14)	61 (14)	
BW elements	440 (40.9)	75 (17)	75 (17)	73 (17)	67 (15)	61 (14)	61 (14)	
Full-fit elements	390 (36.2)	85 (19)	75 (17)	73 (17)	67 (15)	61 (14)	61 (14)	
SW elements	320 (29.7)	65 (15)	65 (15)	63 (14)	58 (13)	52 (12)	52 (12)	63 (14) 56 (13)
SW elements	380 (35.3)	72 (16)	72 (16)	70 (16)	64 (15)	58 (13)	58 (13)	70 (16) 62 (14)

¹ MF: Microfiltration - continuous filtration process using a membrane with pore size of <0.5 micron.

² The maximum recommended pressure drop across a single element is 15 psid (1 bar) or 50 psid (3.5 bar) across multiple elements in a pressure vessel, whichever value is more limiting. We recommend designing at maximum of 80% (12 psid) for any element in a system.

Note: The limiting values listed above have been incorporated into the ROSA (Reverse Osmosis System Analysis) software. Designs of systems in excess of the guidelines results in a warning on the ROSA printout.

Ilustración 3. Guía de diseño de membranas Filmtec para diámetros de 8-inch.

El flujo recomendado para el tipo de agua escogido se encuentra entre 11 y 17 L/m²h, así que se opta por tomar **15 L/m²h**.

7.1.5 Calcular el número de membranas y tubos de presión

Como primera aproximación se puede tomar:

$$\frac{N^{\circ} \text{ membranas}}{\text{bastidor}} = \frac{\text{Caudal diseño } \left(\frac{L}{h}\right)}{\text{Área activa membrana (m}^2\text{)} \cdot \text{Caudal permeado específico } \left(\frac{L}{\text{m}^2 \cdot h}\right)}$$

$$\frac{N^{\circ} \text{ membranas}}{\text{bastidor}} = \frac{5.000 * 1000 / 24 \left(\frac{L}{h}\right)}{45,4 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 15 \left(\frac{L}{\text{m}^2 \cdot h}\right)} = 306$$

$$\frac{N^{\circ} \text{ tubos de presión}}{\text{bastidor}} = \frac{\frac{N^{\circ} \text{ membranas}}{\text{bastidor}}}{\frac{N^{\circ} \text{ membranas}}{\text{Tubo de presión}}} = \frac{306}{7} = 44$$

Finalmente:

N° total Tubos de presión = 352

N° total Membranas= 2464

7.1.6 Seleccionar el número de etapas

El número de etapas define el número de tubos de presión en serie que pasará la alimentación hasta que sale del sistema y se descarga como concentrado.

Para determinar el número de etapas se va a consultar la siguiente tabla, en la cual se sugieren un número de etapas en función del tipo de agua a tratar, la recuperación y el número de elementos por tubo de presión.

Recuperación del sistema (%)	Número de elementos en serie	Número de etapas (6 elementos por tubo)	Número de etapas (7 elementos por tubo)	Número de etapas (8 elementos por tubo)
35-40	6	1	1	---
45	7-12	2	1	1
50	8-12	2	2	1
55-60	12-14	2	2	---

Tabla 8. Selección del Número de Etapas.

Se selecciona configuración en **una (1) etapa**, ya que la disposición elegida tiene un 45% de conversión y 7 elementos por tubo.

7.1.7 Seleccionar ordenamiento

En éste caso, como solo tenemos una etapa, todos los tubos de presión se dispondrán en paralelo. Si hubiera 2 o más etapas habría que reconfigurar. Lo típico para sistemas de dos etapas con alimentación de agua de mar es la configuración (3:2).

7.1.8 Ajuste y equilibrio de sistema

Para comprobar si esta configuración es viable para la función que debe cumplir y estudiar la operatividad de sistema se simula este mismo prediseño en el programa ROSA 9.1, facilitado por el fabricante de membranas Dow Filmtec.

Este programa consta de 6 ventanas:

- Información del proyecto
- Datos de agua de alimentación
- Ajuste de la composición y pH del agua de alimentación
- Configuración del sistema
- Reporte de resultados
- Balance de costes

A continuación se muestran todas las pestañas rellenas para la configuración que se ha elegido y posteriormente se analizan los resultados obtenidos.

ROSA Control Panel - Predimensionamiento 1

File Options Help

System Permeate Flow: 1666.14 m³/h System Feed Flow: 3702.64 m³/h System Recovery: 45.00%

Project Information

Notes: Project Name: Predimensionamiento 1

En este caso se comprueba el análisis manual de predimensionamiento para una producción de 40.000 m³/día (1666,67 m³/h) con 352 tubos de presión con 7 membranas del tipo SW30 ULE-440 con agua marina de toma abierta. Configuración: 1 paso y 1 etapa.

Project Cases

Notes for Current Case: Case: 1 Add Case Delete Case Manage Pre-stage ΔP: 1.000 bar

Project Preferences

Analysis By: Saul Rodríguez ☐ Small Commercial System

Company Name: Universidad de Sevilla

Balance Analysis With: NaCl

Units Set: Flow: m³/h, Pressure: bar

Temperature Unit: Celsius (°C)

Default Project Folder: C:\Program Files (x86)\Dow Chemical\ROSA9\MyProjects

DOW Water & Process Solutions

1) Project Information 2) Feedwater Data 3) Scaling Information 4) System Configuration 5) Report 6) Cost Analysis

Tuesday, July 26, 2016 Opened project 'Predimensionamiento 1'

Ilustración 4. Pestaña 1: Información del proyecto

Hay que aclarar que en la Pestaña 1, se ha introducido el dato de que la caída de presión desde la impulsión de la bomba de alta presión hasta la alimentación de la membrana se produce una pérdida de carga de 1 bar (Pre-stage).

ROSA Control Panel - 2 pasos sin Recirculacion

File Options Help

System Permeate Flow: 1666.53 m³/h System Feed Flow: 3703.71 m³/h System Recovery: 45.00%

Water Type: Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5 Open Water Profile Library

Feed Percentage: 100.0 (%) Feed Number: 1 Feed Streams: 1

Ions	mg/l	ppm CaCO3	meq/l	Total Conc.(mg/l)
Ammonium (NH4+ + NH3)	0.032	0.089	0.002	0.032
Potassium (K)	446.928	571.490	11.430	446.93
Sodium (Na)	10312.48	22428.180	448.564	10312.48
Magnesium (Mg)	1511.606	6217.531	124.351	1511.61
Calcium (Ca)	616.675	1538.610	30.772	616.67
Strontium (Sr)	10.421	11.894	0.238	10.42
Barium (Ba)	0	0.000	0.000	0.00
Carbonate (CO3)	70.929	118.196	2.364	70.93
Bicarbonate (HCO3)	2481.029	2033.467	40.669	2481.03
Nitrate (NO3)	2.611	2.105	0.042	2.61
Chloride (Cl)	18171.62	25627.770	512.555	18171.62
Fluoride (F)	1.585	4.171	0.083	1.59
Sulfate (SO4)	2862.367	2981.632	59.633	2862.37
Silica (SiO2)	31.983	n.a.	n.a.	31.98
Boron (B)	3	n.a.	n.a.	n.a.

System Temp: 27.1 °C System pH: 7.30 Save Water Profile to Library

Note: Any changes in raw feedwater composition will affect scaling calculations. Please review scaling calculations.

1) Project Information 2) Feedwater Data 3) Scaling Information 4) System Configuration 5) Report 6) Cost Analysis

Thursday, July 28, 2016 Run complete: 0 error(s).

☒ Specify Individual Solutes

Total Dissolved Solids: 36,537 mg/l

Feed Parameters

Temperature: 27.1 °C Max Temp

Flow Rate: 3703.7 m³/h

pH: 7.3

Charge Balance

Cations: 615.36 Add Chloride

Anions: 615.35 Add Sulfate

Balance: 0.00 Adjust Cations

Adjust Anions

Adjust All Ions

Ilustración 5. Pestaña 2: Datos de agua de alimentación

En la pestaña 2 se introducen los datos del análisis de agua de mar, tipo de agua, pH y temperatura.

En la pestaña 3, como se muestra a continuación, se ajusta la composición del agua pulsando en ion exchange softening. Esto quiere decir que se estima un pretratamiento típico al agua de alimentación para evitar incrustaciones y suciedad en las membranas.

ROSA Control Panel - 2 pasos sin Recirculacion

File Options Help

System Pervate Flow: 1666.53 m³/h System Feed Flow: 3703.71 m³/h System Recovery: 45.00%

Scaling Calculations Options

☐ No chemicals added
☐ User-adjusted pH
☒ Ion-exchange softening

Ion-exchange Leakage

Ca Leakage: (mg/L)
Mg Leakage: (mg/L)

	Feed	Adj. Feed	Concentrate
pH	7.3	7.3	7.56
LSI	1.830	-1.961	-1.195
Stiff & Davis Index	0.824	-2.929	-2.412
TDS (mg/l)	36,537	37,971	69,037
Ionic Strength (molal)	0.751	0.672	1.262
HCO ₃ (mg/l)	2481.029	2481.029	4510.962
CO ₂ (mg/l)	59.329	59.329	59.329
CO ₃ (mg/l)	70.929	70.929	128.962
CaSO ₄ (% Saturation)	30.43	0.0054	0.011
BaSO ₄ (% Saturation)	0.0	0.0	0.0
SrSO ₄ (% Saturation)	20.19	0.0	0.0
CaF ₂ (% Saturation)	205.95	0.033	0.20
SiO ₂ (% Saturation)	24.75	24.75	45.01
Mg(OH) ₂ (% Saturation)	0.021	0.0	0.0

Recovery and Temperature

Recovery: (%)
Temperature: °C

☐ Use original feed
☒ Use adjusted feed

User-adjusted pH

Dosing Chemical:
pH:
Concentrate S&DSI:

1) Project Information 2) Feedwater Data 3) Scaling Information 4) System Configuration 5) Report 6) Cost Analysis

Thursday, July 28, 2016 Run complete: 0 error(s).

Ilustración 6. Pestaña 3: Ajuste de la composición y pH del agua de alimentación

ROSA Control Panel - 2 pasos sin Recirculacion

File Options Help

System Pervate Flow: 1666.75 m³/h System Feed Flow: 3703.71 m³/h System Recovery: 45.00%

No. Passes: ☒ 1 ☐ 2 Current Pass: ☒ 1 ☐ 2

Dosing Chemical:
Adjusted pH:

☒ No Degasification
☐ % Carbon Removal
☐ CO₂ Pressure (atm)

Configuration for Pass 1

Stages in Pass:
Flow Factor:
Operating Temp: °C

Pervate Flow: m³/h
Recovery: %
Feed Flow: m³/h
Pervate Flux: l/mh

Recirculation Loops

☐ Blend Pervate m³/h
☐ Pass 1 Conc to Pass 1 Feed m³/h
☐ Pass 2 Conc to Pass 1 Feed m³/h

Configuration for Stage 1 in Pass 1

Stage in Pass:
Feed Pressure: bar
Boost (2-pass):
Back Pressure: bar

☒ Same back pressure for all stages
Pressure vessels in each stage:
Elements in each vessel:
Total elements in stage:
Products:
☐ Use the same element in the pass

System Configuration

☐ ISD

Pump Efficiency: %

Diagram showing Feed, Concentrate, and Pervate flows.

1) Project Information 2) Feedwater Data 3) Scaling Information 4) System Configuration 5) Report 6) Cost Analysis

Thursday, July 28, 2016 Run complete: 0 error(s).

Ilustración 7. Pestaña 4: Configuración del sistema

En la pestaña 4, se ajusta la configuración del sistema, con los datos obtenidos anteriormente, planteando el sistema propuesto.

Hay que tener en cuenta que se estima un factor de ensuciamiento (FF) de 0.85.

Una vez introducidos todos los datos se pulsa en la pestaña 5, obteniendo los siguientes resultados.

Detalles del Sistema

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.71 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.75 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.71 m³/h	Conversión Paso 1	45.00 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	57.01 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.52 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.55 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	16.07 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.55 lmh	Potencia	7333.35 kW
Clasificación del Agua: Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.40 kWh/m³

Etapas	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30ULE-440i	352	7	3703.71	56.01	0.00	2036.96	54.56	1666.75	16.55	0.00	0.00	429.17

Advertencias de Diseño

ADVERTENCIA: la conversión máxima por elemento ha sido excedida. Por favor cambie el diseño de su sistema para reducir las conversiones de los elementos. (Producto: SW30ULE-440i, Límite: 13.00%)

ADVERTENCIA: El caudal máximo por elemento ha sido excedido. Por favor cambie el diseño de su sistema para reducir los caudales de permeado de los elementos. (Producto: SW30ULE-440i, Límite: 1.32m³/h)

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapas	Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	1	0.13	1.39	171.65	10.52	37970.51	56.01
2	2	0.12	1.07	243.49	9.14	43699.54	55.71
3	3	0.10	0.80	352.33	8.06	49482.97	55.45
4	4	0.08	0.58	516.95	7.26	54892.41	55.23
5	5	0.06	0.41	761.39	6.68	59580.36	55.04
6	6	0.05	0.29	1113.40	6.28	63394.20	54.87
7	7	0.03	0.20	1591.95	5.99	66363.75	54.71

Ilustración 8. Pestaña 5: Reporte de resultados

En la ilustración 6 se puede observar que se producen 2 advertencias de diseño, esto significa que el diseño planteado tiene irregularidades, de modo que habrá que configurar el sistema para resolverlo.

Las advertencias son:

- La conversión máxima por elemento ha sido excedida, siendo el límite 13%
- El caudal máximo por elemento ha sido excedido

Como se puede ver en la ilustración 6 ambas advertencias se han producido por el elemento 1, que es el único que no cumple ambos requisitos.

Otra observación que se puede hacer de este diseño es que para membranas consecutivas el caudal de permeado disminuye significativamente, al igual que la conversión por cada membrana y la presión de alimentación para cada membrana. Esto se debe a que a medida que aumenta el número de membranas, la salinidad de la alimentación se ve incrementada y la presión disminuye debido a las pérdidas de carga.

Lo ideal sería que el caudal por membrana y las presiones de alimentación fuesen los más parecidos posibles, balanceando el sistema. Esto podría hacerse diseñando el sistema de modo que las primeras membranas de un tubo de presión se instalen membranas de menor permeabilidad de agua e instalando membranas de permeabilidad mayor al final del tubo, como se estudiará en los próximos apartados.

Para solucionar las advertencias de diseño se realizan los siguientes cambios, al sistema anteriormente planteado:

- Número de tubos de presión: 370

- Conversión: 43.5 %

De este modo, incrementando el número de tubos de presión, se consigue reducir el caudal de agua de la primera membrana hasta niveles aceptables, aunque se produce cierto incremento de la conversión, por lo que se obliga a disminuir la conversión del sistema, para evitar que sigan saliendo advertencias de diseño.

A continuación se muestran los resultados de estos cambios.

Detalles del Sistema

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3831.79 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.52 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3831.79 m³/h	Conversión Paso 1	43.49 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	55.28 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	50.03 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	38.80 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2590	NDF media	15.10 bar
Área Activa Total	105868.84 M²	Flujo específico medio Paso 1	15.74 lmh	Potencia	7356.60 kW
Clasificación del Agua: Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.41 kWh/m³

Etapas	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30ULE-440i	370	7	3831.79	54.28	0.00	2165.27	52.83	1666.52	15.74	0.00	0.00	440.91

Advertencias de Diseño

-Ninguno-

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapas	Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1		0.13	1.31	178.76	10.36	37970.51	54.28
2		0.11	1.02	252.66	9.04	43459.75	53.98
3		0.09	0.76	363.86	8.02	48932.73	53.73
4		0.08	0.55	530.15	7.26	53999.49	53.51
5		0.06	0.39	774.69	6.72	58366.36	53.32
6		0.04	0.28	1123.33	6.33	61913.44	53.15
7		0.03	0.20	1592.44	6.05	64680.39	52.98

Ilustración 9. Resultados configuración final de predimensionamiento

7.2 Análisis de configuraciones y evaluación

Para el estudio se han realizado 8 diseños distintos, con configuraciones de membranas diferentes, dentro de los cuales, podemos distinguir:

- 4 diseños con membranas iguales.
- 4 sistemas híbridos, los cuales se caracterizan por introducir membranas diferentes en un mismo permeador.

Para el análisis se ha fijado las condiciones de partida del predimensionamiento, de modo que la recuperación es del 45%, el caudal de permeado es de 1666,67 m³/h y el factor de ensuciamiento es 0,85.

Los diseños estudiados son:

- **Diseño 1:** 7 membranas SW30ULE-440i
- **Diseño 2:** 7 membranas SW30ULE-400i
- **Diseño 3:** 7 membranas SW30XLE-440i
- **Diseño 4:** 7 membranas SW30HRLE-440i
- **Diseño 5:** 2 membranas SW30HRLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i

- **Diseño 6:** 2 membranas SW30XLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i
- **Diseño 7:** 2 membranas SW30HRLE-440i + 2 membranas SW30XLE-440i + 3 membranas SW30ULE-440i
- **Diseño 8:** 1 membranas SW30HRLE-440i + 1 membranas SW30XLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i

Las características de las membranas empleadas se pueden ver en el Anexo IV.

A continuación se muestran los resultados de los análisis realizados para los 4 primeros casos, para después compararlos entre sí.

Etapa	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m ³ /h	bar	m ³ /h	m ³ /h	bar	m ³ /h	Lmh	mg/L
1	SW30ULE-440i	352	7	3703,38	56,01	0	2036,78	54,56	1666,6	16,55	429,21

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m ³ /h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m ³ /h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,13	1,39	17,66	10,52	37970,51	56,01
2	0,12	1,07	243,50	9,14	43669,80	55,70
3	0,10	0,80	352,36	8,06	49483,43	55,45
4	0,08	0,58	517,02	7,26	54892,97	55,23
5	0,06	0,41	761,49	6,68	59580,85	55,04
6	0,05	0,29	1113,57	6,28	63394,54	54,87
7	0,03	0,20	1592,20	5,99	66363,90	54,71
TOTAL STD PERMEADO:		429,21 ppm				

Tabla 9. Diseño 1: 7 membranas SW30ULE-440i por permeador.

Etapa	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m ³ /h	bar	m ³ /h	m ³ /h	bar	m ³ /h	Lmh	mg/L
1	SW30ULE-400i	352	7	3703,38	57,13	0,00	2036,81	55,50	1666,57	18,20	391,44

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m ³ /h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m ³ /h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,13	1,33	162,35	10,52	37970,51	57,13
2	0,11	1,05	255,75	9,19	43451,96	56,79
3	0,10	0,80	319,20	8,13	49039,87	56,50
4	0,08	0,60	454,65	7,33	54365,27	56,26
5	0,06	0,43	664,87	6,73	59145,24	56,04
6	0,05	0,30	958,88	6,31	63087,72	55,85
7	0,04	0,22	1362,93	6,00	66227,53	55,67
TOTAL STD PERMEADO:		391,44 ppm				

Tabla 10. Diseño 2: 7 membranas SW30ULE-400i por permeador.

Etapas	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m³/h	bar	m³/h	m³/h	bar	m³/h	Lmh	mg/L
1	SW30XLE-440i	352	7	3703,09	58,37	0,00	2036,84	56,89	1666,54	16,55	238,32

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,12	1,28	101,85	10,52	37970,51	58,37
2	0,11	1,03	138,37	9,25	43190,24	58,06
3	0,10	0,81	191,78	8,21	48593,58	57,80
4	0,08	0,61	270,78	7,41	53859,00	57,58
5	0,07	0,45	385,69	6,80	58659,36	57,38
6	0,05	0,32	552,10	6,35	62772,82	57,21
7	0,04	0,24	776,86	6,02	66121,33	57,04
TOTAL STD PERMEADO:		238,32 ppm				

Tabla 6. Diseño 3: 7 membranas SW30XLE-440i por permeador.

Etapas	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m³/h	bar	m³/h	m³/h	bar	m³/h	Lmh	mg/L
1	SW30HRL E-440i	352	7	3703,38	61,04	0,00	2037,14	59,53	1666,24	16,54	199,70

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,11	1,17	91,61	10,52	37970,51	61,04
2	0,11	0,99	119,73	9,35	42725,70	60,73
3	0,10	0,80	159,46	8,36	47746,23	60,46
4	0,08	0,64	216,13	7,56	52805,09	60,23
5	0,07	0,49	297,10	6,92	57633,12	60,03
6	0,06	0,37	411,85	6,43	61990,68	59,85
7	0,05	0,27	572,11	6,06	65729,99	59,69
TOTAL STD PERMEADO:		199,70 ppm				

Tabla 11. Diseño 4: 7 membranas SW30HRL E-440i por permeador.

En base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que las membranas ULE (Diseños 1 y 2) requieren menor presión de alimentación para conseguir producir una cantidad de agua permeada determinada a costa de mantener un alto flujo sobre la primera membrana del permeador y con ello una peor calidad del agua producto.

Los diseños 1 y 2, sobrepasan los valores de caudal máximo para el primer elemento del permeador, siendo el flujo máximo para el diseño 1 de 1,32 m³/h y el máximo para el diseño 2 de 1,20 m³/h. De modo que en estas configuraciones, las membranas tienen un serio problema de diseño y, si se instalaran, podrían producirse importantes efectos de polarización que resultarían en un rápido ensuciamiento de las membranas.

Para corregir estos problemas de diseño habría que aumentar el número de membranas o incluso disminuir la conversión global de la planta, tal y como se observó en el caso de Predimensionamiento. Sin embargo, para el diseño 2 el número de membranas aumentaría mucho más que para el diseño 1, ya que las membranas tienen menor área activa.

Por otro lado, los diseños 3 y 4, con membranas XLE y HRLE tienen mayores presiones (3-4 bar) de alimentación que las ULE, ya que son membranas de menor permeabilidad, pero también producen un permeado de mayor calidad, siendo la cantidad de TDS obtenida en el permeado prácticamente la mitad que en el caso de membranas ULE.

Estos diseños cumplen con los criterios de caudal máximo por membrana y conversión por membranas, por lo que no se producirían los problemas de diseño que ocasionaban las membranas ULE para la misma configuración.

A continuación se muestran los resultados de los diseños híbridos. Estos diseños, como ya se ha comentado anteriormente, se estudian para mejorar el balance de permeado usando membranas de menor permeabilidad a la entrada del tubo de presión y membranas de mayor permeabilidad a la salida del tubo de presión, consiguiendo de este modo un modo de funcionamiento más seguro para las membranas, disminuyendo los efectos de polarización y con ello el ensuciamiento.

Etap	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m ³ /h	bar	m ³ /h	m ³ /h	bar	m ³ /h	Lmh	mg/L
1	SW30HRLE-440i	352	2	3703,38	58,04	0,00	2994,10	57,46	709,28	24,65	109,69
2	SW30ULE-440i	352	5	2994,10	56,46	0,00	2036,97	55,53	957,13	13,30	561,75

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m ³ /h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m ³ /h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,10	1,09	96,68	10,52	37970,51	58,04
2	0,10	0,92	125,16	9,43	42362,97	57,73
1	0,11	0,95	289,17	8,51	46929,01	56,46
2	0,09	0,69	425,02	7,55	52815,94	56,22
3	0,07	0,49	631,49	6,86	58115,51	56,02
4	0,05	0,34	937,55	6,37	62538,32	55,85
5	0,04	0,24	1371,51	6,02	66022,41	55,68
TOTAL STD PERMEADO:			369,89	ppm		

Tabla 12. Diseño 5: 2 membranas SW30HRLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i

Etap	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m ³ /h	bar	m ³ /h	m ³ /h	bar	m ³ /h	Lmh	mg/L
1	SW30XLE-440i	352	2	3703,38	57,44	0,00	2906,91	56,87	796,47	27,68	119,75
2	SW 30ULE-440i	352	5	2906,91	55,87	0,00	2037,14	54,96	869,77	12,09	619,69

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,12	1,25	103,36	10,52	37970,51	57,44
2	0,11	1,01	140,00	9,27	73072,23	57,13
1	0,11	0,87	312,04	8,26	48328,59	55,87
2	0,09	0,63	471,89	7,39	53980,00	55,65
3	0,07	0,44	699,53	6,76	58959,75	55,45
4	0,05	0,31	1032,04	6,31	63046,31	55,28
5	0,04	0,22	1495,47	6,00	66236,45	55,12
TOTAL STD PERMEADO:			379,7	ppm		

Tabla 13. Diseño 6: 2 membranas SW30XLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i

Etap	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m³/h	bar	m³/h	m³/h	bar	m³/h	Lmh	mg/L
1	SW30HRL E-440i	352	2	3703,38	59,40	0,00	2969,35	58,81	734,03	25,51	107,06
2	SW30XLE-440i	352	2	2969,35	57,81	0,00	2435,93	57,38	533,42	18,54	207,89
3	SW 30ULE-440i	352	3	2435,93	56,38	0,00	2036,92	55,89	399,01	9,24	845,06

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,11	1,13	94,14	10,52	37970,51	59,40
2	0,10	0,95	122,43	9,39	42536,91	59,08
1	0,10	0,86	176,80	8,44	47319,30	57,81
2	0,09	0,65	248,78	7,57	52668,68	57,58
1	0,08	0,52	595,35	6,92	57619,35	56,38
2	0,06	0,36	886,35	6,40	62245,99	56,20
3	0,04	0,25	1301,55	6,04	65915,59	56,04
TOTAL STD PERMEADO:			315,78	ppm		

Tabla 14. Diseño 7: 2 membranas SW30HRL-440i + 2 membranas SW30XLE-440i + 3 membranas SW30ULE-440i

Etap	Elemento	Nº tubos de presión	Nº elementos por tubo	Caudal de alimentación	Presión de alimentación	Caudal de recirculación	Caudal de concentrado	Presión del concentrado	Caudal del permeado	Flujo específico medio	STD Permeado
---	---	---	---	m³/h	bar	m³/h	m³/h	bar	m³/h	Lmh	mg/L
1	SW30HRL E-440i	352	1	3703,38	58,70	0,00	3311,48	58,38	391,90	27,24	95,39
2	SW30XLE-440i	352	1	3311,48	57,38	0,00	2942,73	57,12	368,75	25,63	134,15
3	SW 30ULE-440i	352	5	2942,73	56,12	0,00	2037,01	55,20	905,72	12,59	594,43

Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m ³ /h)	STD Permeado (mg/L)	Caudal de Alimentación (m ³ /h)	STD Alimentación (mg/L)	Presión de Alimentación (bar)
1	0,11	1,11	95,39	10,52	37970,51	58,70
1	0,11	1,05	134,15	9,41	42449,47	57,38
1	0,11	0,90	307,65	8,36	47744,02	56,12
2	0,09	0,66	451,80	7,46	53484,65	55,89
3	0,07	0,46	669,08	6,80	58590,92	55,69
4	0,05	0,32	988,48	6,34	62819,59	55,52
5	0,04	0,23	1435,14	6,01	66138,43	55,35
TOTAL STD PERMEADO:			375,47	ppm		

Tabla 15. Diseño 8: 1 membranas SW30HRLE-440i + 1 membranas SW30XLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i

En los diseños con configuración híbrida, en ninguno de los casos estudiados se sobrepasa el caudal de permeado máximo en la primera membrana. También se observa que para todos los casos la concentración del permeado se encuentra por debajo de los 400ppm, de modo que, en principio, el agua podría emplearse como agua potable, aunque aún queda revisar si cumple todas las especificaciones que requiere el agua potable, lo cual se mostrará más adelante.

La presión de alimentación en éstos últimos diseños se encuentra entre los 56,87-58,38 bar, de modo que es inferior a la presión de alimentación del diseño 4 (59,53 bar) y similar al diseño 3 (56,89).

Las siguientes ilustraciones muestran la evolución del caudal de permeado y la presión de alimentación para cada diseño en cada una de las membranas. Para una disposición dada, cuanto mayor es el caudal de permeado mayor es la exposición de la membrana al ensuciamiento. Esta es la razón por la que no se emplean bastidores con todas las membranas tipo ULE, ya que implica valores de permeado muy alto en las primeras membranas. Razón por la que los diseños 1 y 2 no serían adecuados, como ya se comentó anteriormente al comentar los resultados de los respectivos análisis.

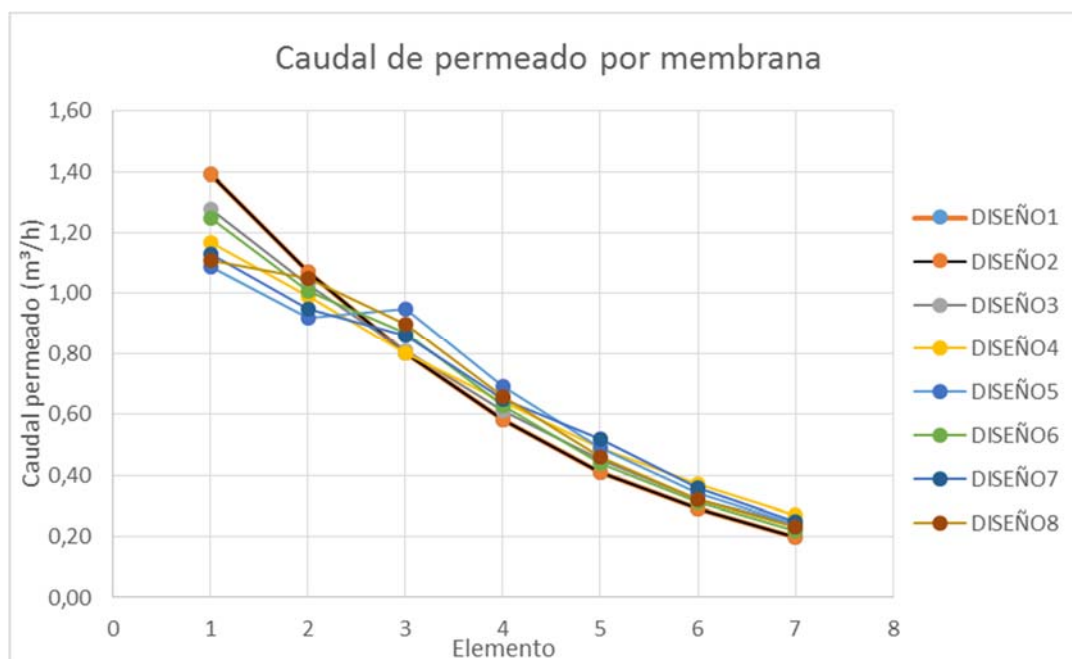


Ilustración 10. Caudal de permeado por membrana para cada configuración.

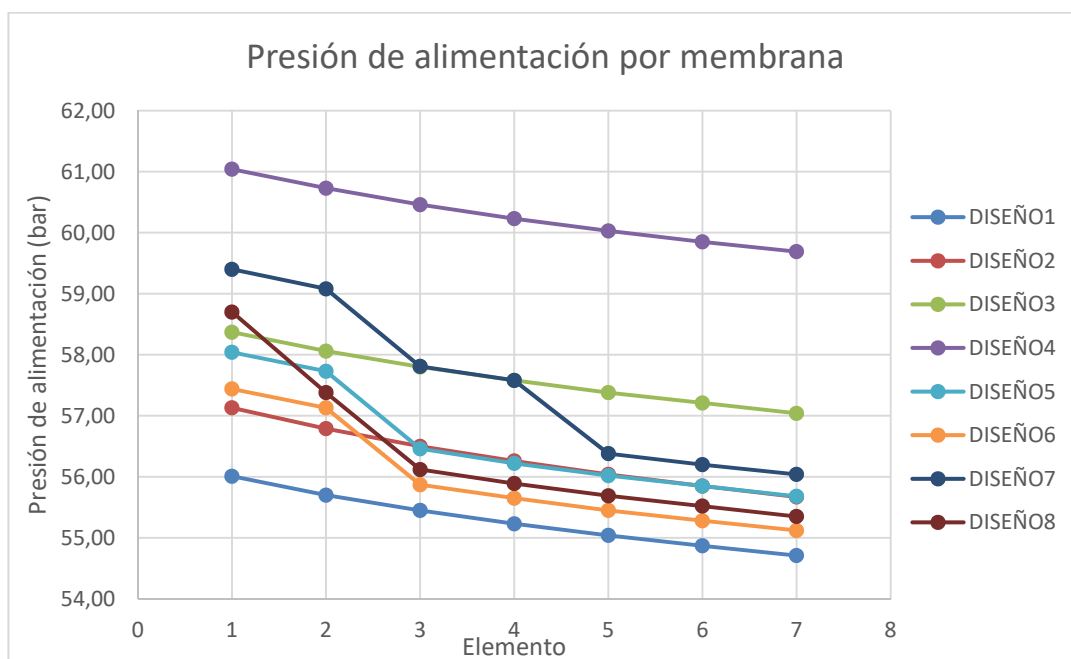


Ilustración 11. Presión de alimentación por membrana para cada configuración.

Para la selección del mejor diseño, se va a seguir el siguiente criterio:

- A. No excede el caudal máximo permitido por membrana.
- B. Mayores conversiones por membrana.
- C. Menor presión de entrada.
- D. Caudal de permeado por membrana más cercano entre elemento 1 y elemento 7.

Dicho esto, la configuración que mejor cumple con esta disposición es el Diseño 5 (2 membranas SW30HRLE-440i + 5 membranas SW30ULE-440i)

La siguiente tabla muestra otras características principales de cada diseño.

Diseño	Presión de alimentación (bar)	Flujo específico medio (l/mh)	Potencia (kW)	Energía Específica (kWh/m³)	TDS concentrado (ppm)	TDS Permeado (ppm)
1	57,01	16,55	7332,55	4,40	68688,77	429,21
2	58,13	18,20	7476,01	4,49	68719,67	391,44
3	59,37	16,55	7636,21	4,58	68844,96	238,32
4	62,04	16,54	7978,96	4,79	68876,56	199,70
5	59,04	18,13	7593,46	4,56	68737,80	369,28
6	58,44	19,54	7516,66	4,51	68728,49	380,66
7	60,40	14,56	7767,72	4,66	68781,43	315,96
8	59,70	16,36	7677,85	4,61	68733,00	375,15

Tabla 16. Características de diferentes diseños con membranas Filmtec.

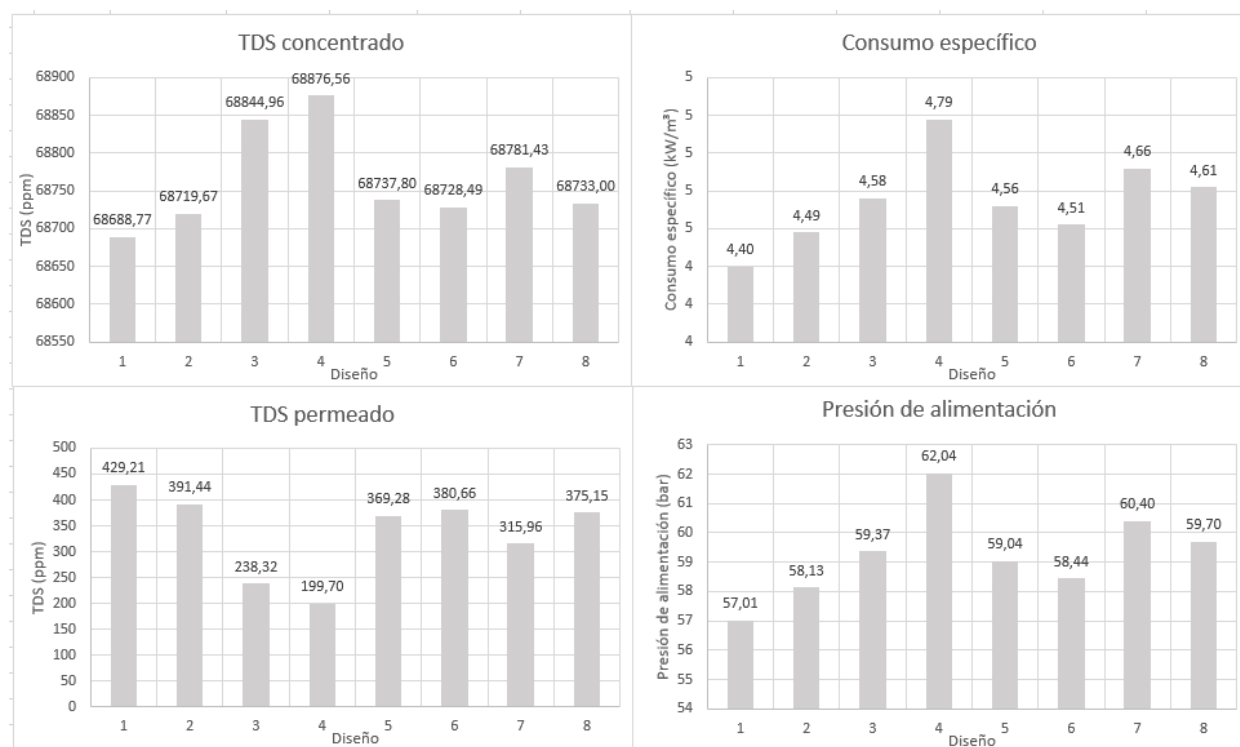


Ilustración 12. Gráficas comparativas de diferentes diseños Filmtec.

Como se observa en las gráficas, la calidad del permeado es directamente proporcional a la presión de alimentación y al consumo específico, e inversamente proporcional a la concentración del concentrado.

A continuación se muestra un análisis de la composición del agua permeada para los diferentes diseños, en la que se compara la calidad del agua con la exigida según la Barbados Water Authority y cumpliendo el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano.

Ión	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño 4	Diseño 5	Diseño 6	Diseño 7	Diseño 8	Normativa
Amonio (NH ₄ ⁺)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Potasio (K ⁺)	6,34	5,77	3,51	2,94	5,46	5,63	4,67	5,55	---
Sodio (Na ⁺)	155,14	141,4	85,72	71,78	133,4	137,53	114,04	135,56	200
Magnesio (Mg ²⁺)	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Calcio (Ca ²⁺)	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Estroncio (Sr ²⁺)	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Bario (Ba ²⁺)	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Carbonato (CO ₃ ²⁻)	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	34,6	31,62	19,25	16,18	29,74	30,63	25,42	30,2	---
Nitrato (NO ₃ ⁻)	0,31	0,28	0,18	0,15	0,27	0,28	0,23	0,27	8
Cloro (Cl ⁻)	220,21	200,65	121,68	101,9	189,39	195,27	161,95	192,43	250
Flúor (F ⁻)	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	1,5
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	6,11	5,57	3,35	2,81	5,23	5,39	4,46	5,31	250
Sílice (SiO ₂ ⁻)	0,62	0,57	0,35	0,29	0,54	0,55	0,46	0,55	---
Boro (B ²⁺)	1,02	0,97	0,75	0,64	0,92	0,94	0,82	0,93	1
CO ₂	69	69,1	69,42	69,52	69,14	69,12	69,29	69,11	---
STD	429,21	391,44	238,32	199,70	369,28	380,66	315,96	375,15	500
pH	5,82	5,78	5,58	5,51	5,76	5,77	5,69	5,76	6,5-8,5

Tabla 17. Calidad del permeado (expresado en ppm) para las diferentes configuraciones en un paso.

Evaluación de la configuración:

- Los diseños 1 y 2 no son aptos para obtener la calidad de agua deseada con el agua de alimentación que llega a planta. Esto es debido a que son membranas de alta permeabilidad y tienen tendencia a ensuciarse fácilmente con un agua de alimentación demasiado salina.
- Los diseños 3 y 4 son las mejores configuraciones desde el punto de vista cualitativo, ya que son configuraciones estándar ampliamente utilizadas.
- Desde el punto de vista energético, las mejores configuraciones son la 1 y 2, pero como se ha comentado anteriormente no son válidas para este proyecto. Le siguen las configuraciones 6 y 5, respectivamente.
- La configuración que tiene un mejor balance de flujo es la número 5, ya que la diferencia entre el caudal permeado por la primera membrana y por la última es la menor, como se observa gráficamente en la Ilustración 8.
- Se selecciona la configuración 5 ya que es la más completa, teniendo en cuenta todos los aspectos (calidad del permeado, presión de alimentación, balance de flujo,...).
- En cuanto a los criterios del RD 140/2003, del 17 de febrero, por el que se establecen los criterios de la calidad del agua de consumo humano:
 - Ninguna de las configuraciones estudiadas cumple con los valores de pH requerido. Este valor se ajustaría en el post-tratamiento, dosificando los aditivos que mejor convengan.
 - Solo la configuración 1 no cumple el requisito de obtener un permeado con una concentración de menos de 1ppm de Boro, como establece el RD 140/2003, de modo que si se hubiera elegido este diseño, habría que diseñar un sistema de 2 pasos, para reducir la concentración de boro del permeado, pero como se dijo anteriormente, este diseño fue descartado.

Definitivamente la configuración seleccionada produce un permeado que, tras el post-tratamiento para ajustar el pH, cumple los requisitos impuestos por la Barbados wáter authority y el RD 140/2003, por el que se establecen los criterios de calidad del agua de consumo humano.

A continuación se muestra un resumen de la configuración adoptada.

RESUMEN DE DISEÑO DE LA PLANTA		
Periodo de Funcionamiento	24	h/día
Caudal Permeado Total	1666,67	m ³ /h
Conversión Total	45	%
Caudal Agua Bruta Total	3703,38	m ³ /h
Caudal Rechazo Total	2036,71	m ³ /h
Tipo y modelo de membrana 1	SW30HRLE-440i	
Tipo y modelo de membrana 2	SW30ULE-440i	
Nº total de Membranas	2464	ud
Nº Membranas tipo 1	704	ud
Nº Membranas tipo 2	1760	ud
Configuración Tubo Presión		
SW30HRLE-440i	2	ud
SW30ULE-440i	5	ud
Nº Pasos	1	ud
Nº Etapas	1	ud
Caudal de permeado por bastidor	208,33	m ³ /h
Nº bastidores	8	ud
Nº tubos de presión por bastidos	308	ud
TDS Permeado	369,28	ppm
TDS Rechazo	68737,8	ppm
Potencia de Bombeo	7593,46	kW
Presión entrada	59,04	bar
Consumo específico	4,56	kWh/m ³

Tabla 18. Configuración final adoptada de las membranas de osmosis inversa.

8 BOMBEO A ALTA PRESIÓN Y RECUPERACIÓN ENERGÉTICA

Para la configuración de membranas adoptada en las simulaciones realizadas se ha obtenido que la presión a la que se impulsa el agua de alimentación en la bomba es de 59,04bar. Siendo la pérdida de carga hasta la que la alimentación llega a la primera membrana de 1 bar, la alimentación llega a 58,04bar de presión.

A continuación se calculará la potencia necesaria para impulsar la alimentación a alta presión y la potencia recuperada, de modo que se dimensionará la potencia necesaria para el motor de las bombas de impulsión.

La potencia necesaria para las bombas de alta presión tendrá en cuenta los siguientes factores:

- Caudal total: 3704 m³/h
- Densidad del agua: 1020 kg/m³
- Presión máxima de impulsión: 60 bar
- Eficiencia de la bomba: 88,3 %
- Eficiencia del motor: 90 %

La potencia necesaria será:

$$Potencia\ total = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot h}{\eta_{bomba} \cdot \eta_{motor}} = \frac{1020 \cdot 9,81 \cdot 1,029 \cdot 588,23}{0,883 \cdot 0,9 \cdot 1000} = 7618,4\ kW$$

$$Potencia\ motor = Potencia\ total / N^o\ Motores = 7618,4 / 4 = 1904,6\ kW$$

Para calcular la potencia recuperada por la turbina Pelton habrá que tener en cuenta los siguientes factores:

- Caudal de rechazo: 2036,4 m³/h = 0,565 m³/s
- Densidad rechazo: 1040 kg/ m³
- Presión de salmuera a la salida del bastidor: 55,53 bar
- ΔP: 55,53-1= 54,53 bar =575,84 m.c.a.
- Eficiencia de la turbina: 85 %
- Eficiencia del motor: 90%

La potencia recuperada será:

$$Potencia\ recuperada = \frac{1037 \cdot 9,8 \cdot 0,565 \cdot 575,84 \cdot 0,85 \cdot 0,9}{1000} = 2445,2\ kW$$

La potencia necesaria a aportar finalmente para aumentar la presión será de:

$$Potencia\ necesaria = Pot.Total - Pot.recuperada = 7618,4\ kW - 2445,2\ kW = 5173,2\ kW$$

El resto de especificaciones técnicas de los equipos se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

9 EQUIPOS DE LIMPIEZA QUÍMICA Y DESPLAZAMIENTO

Como se comentó anteriormente, en operación normal las membranas semipermeables de osmosis inversa se ensucian debido a incrustaciones, partículas coloidales, materia biológica, etc.

Los elementos deben ser limpiados cuando se cumplan uno o más de los siguientes parámetros mencionados:

- El flujo de permeado normal caiga un 10%
- El paso de sal normal aumente entre un 5 - 10%
- La caída de presión normal aumente un 10 - 15%

Si pasa demasiado tiempo sin limpiar en las condiciones anteriormente expuestas, tras la limpieza la membrana no recuperará el rendimiento necesario. Además el tiempo entre limpiezas será cada vez más pequeño.

Para realizar la limpieza química según el fabricante Filmtec son necesarios los siguientes equipos:

- Depósito de limpieza química: Depósito donde se preparan las soluciones químicas necesarias para la limpieza.
- Bombas de lavado: Bombas impulsar los fluidos de lavado químico y el agua de desplazamiento.
- Filtros de cartucho: Para realizar una filtración de seguridad de los fluidos a introducir en los bastidores de osmosis.

9.1 Depósito de limpieza química y desplazamiento

Para la limpieza de las membranas se usará limpieza ácida o alcalina según convenga, aunque lo normal es que se realicen ambas. Para la limpieza ácida se usará una solución de HCl, mientras que para la limpieza alcalina se dosifica una solución de NaOH. La solución se prepara en un tanque de mezcla con agua permeada que viene del tanque de desplazamiento, el cual se alimenta del tanque de agua permeada.

El tanque de mezcla debe estar construido de plástico de polipropileno reforzado con fibra de vidrio (PRFV). El tanque debe estar provisto de una cubierta extraíble y un indicador de temperatura. El procedimiento de limpieza es más eficaz cuando se realiza a una temperatura cálida, y se recomienda que la solución se mantenga de acuerdo con las directrices de pH y temperatura listados en la Tabla 6 del Anexo V. No se recomienda utilizar una temperatura de limpieza por debajo de 20 ° C, debido a una cinética química muy lenta a bajas temperaturas. Una regla empírica en el dimensionamiento de un tanque de limpieza es utilizar aproximadamente el volumen de los recipientes a presión vacíos y luego añadir el volumen de la alimentación y retorno de tuberías.

En este caso el dimensionamiento volumen del depósito para la limpieza de un rack se calculará del siguiente modo:

- Volumen en tubos:

$$V_{tubos} = N^{\circ} tubos \cdot Volumen tubo = 352 \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot L = 44 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,2032^2}{4} \cdot 7,4 = 10,55 m^3$$

- Volumen en tuberías (asumiendo 70m de tubo de diámetro sch80):

$$V_{tuberias} = Longitud tubos \cdot Volumen tubo = 62,5 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,1016^2}{4} = 0,51 m^3$$

El volumen total del depósito de limpieza química será de 12 m³.

En caso de parada o fallo de la planta, el depósito de desplazamiento, deberá llenar las membranas de osmosis de agua permeada, realizando un desplazamiento del agua contenida en su interior con el objetivo de homogeneizar las concentraciones, preservando las membranas de corrosión y precipitaciones indeseadas. Dicho depósito deberá tener el volumen suficiente para llenar todos los racks de membranas, de modo que tendrá un volumen de 90 m³.

9.2 Bombas de limpieza química y desplazamiento

La bomba de limpieza debe ser dimensionada para los flujos y presiones dadas en la Tabla 7 del Anexo V, teniendo en cuenta la pérdida de presión en la tubería y a través del filtro de cartucho. La bomba debe estar construida de acero inoxidable 316 o poliésteres.

Las válvulas, medidores de flujo y manómetros deben ser instalados para controlar adecuadamente el flujo. En cualquier caso, la velocidad de flujo debe ser de 3 m/s o menor.

Dimensionando las bombas según la Tabla 7 del Anexo V, es necesario instalar 2 bombas (1+1R) de 10 m³/h. Con una presión de impulsión de entre 1,5 y 4 bar.

9.3 Filtros de cartucho

Se instalarán 2 filtros de cartucho (1+1R) con caudal unitario de 10 m³/h.

El resto de especificaciones técnicas de los equipos se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

10 Post-TRATAMIENTO

El post-tratamiento tiene como objetivo la remineralización del agua desalada. Para ello es necesario aumentar la dureza cálcica y la alcalinidad del agua desalada hasta valores que permitan alcanzar un LSI próximo a cero ($-0,5 < \text{LSI} < +0,5$). En algunos casos también se busca que el agua sea estable en contacto con la atmósfera.

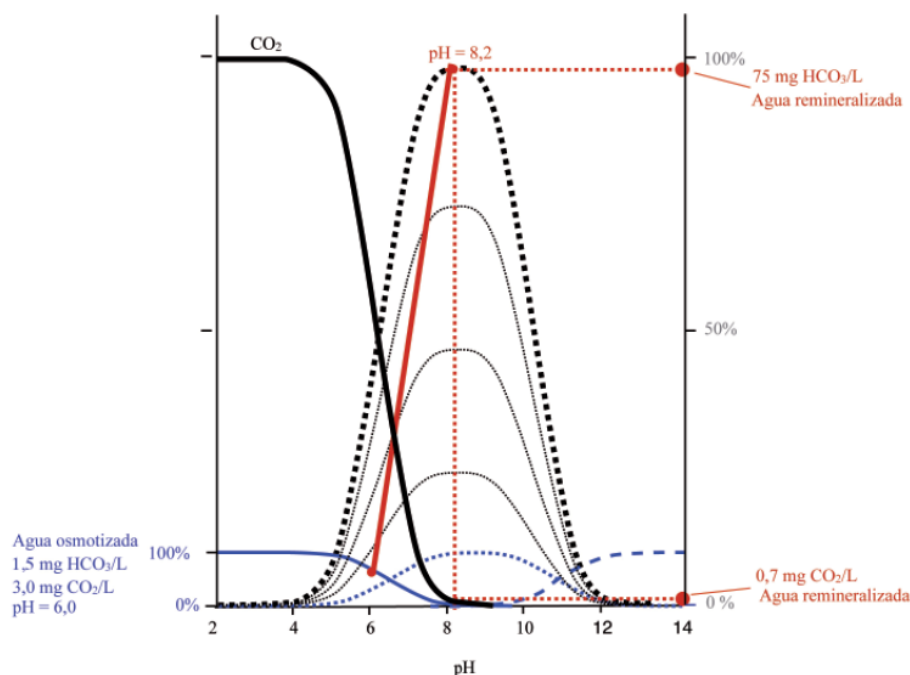


Ilustración 13. Efecto de la remineralización.

Las diferentes técnicas disponibles para la remineralización son:

1. Adición de Carbonato cálcico y dióxido de carbono.
2. Adición de Hidróxido cálcico y dióxido de carbono.
3. Adición de Dolomita y Dióxido de carbono.
4. Adición de Carbonato cálcico y Ácido sulfúrico
5. Adición de Cloruro cálcico y Bicarbonato sódico.

Las más utilizadas en la práctica son las técnicas 1 y 2. Para la planta que se está diseñando se ha elegido la técnica 1, de modo que se procede a dimensionar los equipos necesarios.

10.1 Dosificación de CO_2

Para realizar la remineralización en primer lugar se realiza la dosificación del CO_2 . Para ello el agua permeada deberá atravesar los disolvedores de CO_2 de baja presión.

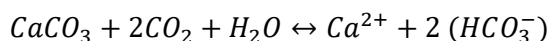
Los dosificadores de CO_2 están compuestos de los siguientes elementos:

- Un depósito disolvedor, en el cual el CO₂ se dosifica a contracorriente. La velocidad del agua en el disolvedor debe mantenerse en $0,07 \pm 0,02$ m/s para evitar así el arrastre de burbujas. La presión diferencial del agua y la del gas debe ser del orden de 0,25bar. Debe disponer de un número suficiente de difusores de CO₂ de baja presión para garantizar una dosificación correcta aún a dosis elevadas. Dispondrá de dispositivos interiores que faciliten la mezcla de las burbujas de CO₂.
- Difusores de CO₂, con tamaño de poros que permiten la dosificación con una pérdida de carga mínima.
- Visor de burbujas: Está situado a lo largo de la pared del tanque como una franja semitransparente que permite visualizar el CO₂ no disuelto.

La dosificación necesaria de CO₂ dependerá del consumo de calcita, de modo que se calcula en el siguiente subapartado.

10.2 Filtros de calcita

La reacción que se lleva a cabo en éste proceso es la siguiente:



El material filtrante es calcita granulada con pureza del 99% y tamaño de partículas entre 1 y 4 mm.

Planteando aumentar el pH desde 5,5, se prevee una dosis media de 50ppm=50 g/m³. De modo que la cantidad de Calcita consumida será:

$$\text{Consumo Calcita} = 0,050 \left(\frac{kg}{m^3} \right) \cdot 1666,67 \left(\frac{m^3}{h} \right) = 83,33 \frac{kg}{h}$$

Aplicando estequiometría se calcula la necesidad de consumo de CO₂, descrito anteriormente:

$$\text{Consumo } CO_2 = 83,33 \frac{kg}{h} \cdot 0,44 = 36,66 \frac{kg}{h}$$

Para determinar el número de lechos necesarios y las dimensiones de los mismos se considera que:

- Caudal a tratar: 1666,67 m³/h
- Velocidad ascensional: 8-15 m/h (15 m/h la más desfavorable)
- Superficie unitaria de cada lecho: (2,5 x 8) m²
- Tiempo necesario de contacto: 8-12 min (12 min la más desfavorable)

La situación más desfavorable que deben soportar los lechos es remineralizar todo el caudal, a una velocidad de 15 m/h, en 12 minutos. Luego, si se considera que cada módulo dispone de una superficie de 20 m² de superficie, se debe disponer de:

$$\text{Superficie necesaria} = \frac{1666,7 \frac{m^3}{h}}{15 \frac{m}{h}} = 111,1 m^2$$

$$\text{Número de lechos} = \frac{111,1 m^2}{20 m^2} = 5,55 \approx 6$$

$$\text{Altura de lecho} = \frac{15 \frac{m}{h}}{60} \cdot 12 \text{min} = 3 m$$

Se dispondrán 7 lechos de calcita (6+1R) de (2,5m x 8m) de base, y una altura de 3 metros, con un caudal unitario por lecho de 277,78 m³/h, a una velocidad máxima de 15 m/h, suponiendo un tiempo de residencia de 12 minutos. Con este dimensionamiento se garantiza un pH y una dureza mínimas, que cumplan las exigencias especificadas en la legislación vigente.

10.3 Cloración

El agua permeada requiere la adición de cloro con el fin de eliminar elementos patógenos y perjudiciales para la salud. Para ello se dosifica hipoclorito sódico (NaClO), de forma que:

- Siendo la dosis media recomendada de cloro activo: 5ppm
- Caudal de agua de mar a tratar: 1666,7 m³/h
- Consumo de producto puro: 8333,5 g/h
- Riqueza del producto: 13%
- Densidad del producto: 1,240 g/L
- Consumo del producto comercial: $\frac{5 \cdot 1666,7}{0,13} = 64.103,8 \text{ g/h}$
- Consumo en volumen: 51,7 L/h

De este modo se consigue que el agua permeada cumpla con las calidades requeridas como agua apta para consumo humano.

El resto de especificaciones técnicas de los equipos se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

11 DEPÓSITO DE AGUA POTABLE

El agua producto de la planta deberá ser almacenada en depósitos de agua producto siendo desde este último punto, desde donde se abastece directamente a la red de agua potable de la isla de Barbados.

Estos depósitos deben almacenar agua suficiente para abastecer a la población durante al menos 1 día, a pleno rendimiento. De modo que el volumen necesario se calcula a continuación del siguiente modo:

$$V = 30.000 \frac{m^3}{día} \cdot 1 \text{ día} = 30.000 m^3$$

Para ello se diseñan dos depósitos cilíndricos cerrados de hormigón con las siguientes dimensiones:

Parámetro	Dimensión	Unidad
Alto	30	m
Diámetro	26	m
Volumen	15.000	m ³

Tabla 19. Dimensiones depósito de agua potable.

El resto de especificaciones técnicas de los depósitos se encuentran en el Anexo IV: Hojas de datos de equipos.

**INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA
DE AGUA DE MAR DE 40.000 M³/DÍA DE
CAPACIDAD**

ANEXO II

**ESTUDIO ECONÓMICO Y
PRESUPUESTO**

ESTUDIO ECONÓMICO

1.1 Costes de inversión.

1.1.1 Medición y presupuesto

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL			
	SUBCAPÍTULO 01.01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y EXCAVACIONES			
	APARTADO 01.01.01 CÁNTARA DE CAPTACIÓN			
A.1	m³ ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Acondicionamiento y preparación del terreno. Excavación a cielo abierto. Excavación en zanjas. Excavación en pozos. Relleno y compactación.			
		4.200,00	12,98	54.516,00
A.2	m³ CARGA Y TRANSPORTE			
		4.200,00	2,44	10.248,00
	TOTAL APARTADO 01.01.01 CÁNTARA DE CAPTACIÓN			64.764,00
	APARTADO 01.01.02 PLANTA DESALADORA			
A.1	m³ ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Acondicionamiento y preparación del terreno. Excavación a cielo abierto. Excavación en zanjas. Excavación en pozos. Relleno y compactación.			
		32.520,00	12,98	422.109,60
A.2	m³ CARGA Y TRANSPORTE			
		32.520,00	2,44	79.348,80
A.3	m² URBANIZACION Bordillos Acero calles zona peatonal Afirmados de calles. Pavimentos calle tráfico rodado. Sumideros. Tubería agua potable y riego. Válvula de corte agua y riego. Bocas de riego. Tubería aguas residuales. Pozo de registro y arquetas. Obras complementarias red de saneamiento. Drenajes Obra civil telefonía.			
		18.560,00	80,51	1.494.265,60
	TOTAL APARTADO 01.01.02 PLANTA DESALADORA.....			1.995.724,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 ACONDICIONAMIENTO DEL			2.060.488,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 01.02 CIMENTACIONES			
01.02.01	m³ CÁNTARA DE CAPTACIÓN			
		420,00	171,69	72.109,80
01.02.02	m³ POZO DE BOMBEO Barras de acero, placas y mallazo. Encofrados. Hormigones auxiliares. Hormigones para armar. Hormigones armadura encofrados. Estudio geotécnico. Ensayos y control de calidad.			
		160,00	171,69	27.470,40
01.02.03	m³ ALMACÉN Y TALLER Barras de acero, placas y mallazo. Encofrados. Hormigones auxiliares. Hormigones para armar. Hormigones armadura encofrados. Estudio geotécnico. Ensayos y control de calidad.			
		180,00	171,69	30.904,20
01.02.04	m³ ENVASADO Y ALMACENAMIENTO Barras de acero, placas y mallazo. Encofrados. Hormigones auxiliares. Hormigones para armar. Hormigones armadura encofrados. Estudio geotécnico. Ensayos y control de calidad.			
		300,00	171,69	51.507,00
01.02.05	m³ POST-TRATAMIENTO Barras de acero, placas y mallazo. Encofrados. Hormigones auxiliares. Hormigones para armar. Hormigones armadura encofrados. Estudio geotécnico. Ensayos y control de calidad.			
		200,00	171,69	34.338,00
01.02.06	m³ EDIF. OSMOSIS Barras de acero, placas y mallazo. Encofrados. Hormigones auxiliares. Hormigones para armar. Hormigones armadura encofrados. Estudio geotécnico. Ensayos y control de calidad.			
		1.000,00	171,69	171.690,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.07	m ³ EDIF. OFICINAS Barras de acero, placas y mallazo. Encofrados. Hormigones auxiliares. Hormigones para armar. Hormigones armadura encofrados. Estudio geotécnico. Ensayos y control de calidad.			
		600,00	171,69	103.014,00
01.02.08	m ³ DEPÓSITOS Barras de acero, placas y mallazo. Encofrados. Hormigones auxiliares. Hormigones para armar. Hormigones armadura encofrados. Estudio geotécnico. Ensayos y control de calidad.			
		4.247,00	171,69	729.167,43
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 CIMENTACIONES.....				1.220.200,83
01.01	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y EXCAVACIONES			
	Descomposición			
01.01.01	CÁNTARA DE CAPTACIÓN	1,000	64.764,00	64.764,00
01.01.02	PLANTA DESALADORA	1,000	1.995.724,00	1.995.724,00
		1,00	2.060.488,00	2.060.488,00
01.02	CIMENTACIONES			
	Descomposición			
01.02.01	m ³ CÁNTARA DE CAPTACIÓN	420,000	171,69	72.109,80
01.02.02	m ³ POZO DE BOMBEO	160,000	171,69	27.470,40
01.02.03	m ³ ALMACÉN Y TALLER	180,000	171,69	30.904,20
01.02.04	m ³ ENVASADO Y ALMACENAMIENTO	300,000	171,69	51.507,00
01.02.05	m ³ POST-TRATAMIENTO	200,000	171,69	34.338,00
01.02.06	m ³ EDIF. OSMOSIS	1.000,000	171,69	171.690,00
01.02.07	m ³ EDIF. OFICINAS	600,000	171,69	103.014,00
01.02.08	m ³ DEPÓSITOS	4.247,000	171,69	729.167,43
		1,00	1.220.200,83	1.220.200,83
01.03	REDES ENTERRADAS			
		825,00	135,04	111.408,00
01.04	ESTRUCTURAS			
	Las estructuras se proyecta por medio de perfiles metálicos fabricados con chapas soldadas de acero A-42b unidos entre sí mediante tornillería y soldadura eléctrica. Como elementos de arriostrado en cubierta, se colocan cruces de San Andrés entre los pórticos así como vigas de atado en toda la longitud del edificio.			
	Descomposición			
01.04.01	CÁNTARA DE CAPTACIÓN	1,000	13.349,60	13.349,60
01.04.02	POZO DE BOMBEO	1,000	8.595,84	8.595,84
01.04.03	ALMACÉN Y TALLER	1,000	9.637,76	9.637,76
01.04.04	ENVASADO Y ALMACENAMIENTO	1,000	13.805,44	13.805,44
01.04.05	POST-TRATAMIENTO	1,000	13.544,96	13.544,96
01.04.06	EDIF. OSMOSIS	1,000	40.504,64	40.504,64
		1,00	99.438,24	99.438,24

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05	CUBIERTAS Y CERRAMIENTOS			
	Cerramiento mediante paneles de hormigón en vertical realizado con bloque hueco de hormigón coloreado de 40x20x20cm con acabado exterior rugoso.			
	El cerramiento del resto de altura de las fachadas se ha previsto de chapa grecada galvanizada y lacada exteriormente de 0,6 mm de espesor.			
	Exteriormente se dispondrán de puertas de acceso a las nave de 3,68x3m y/o puertas de 1,84x3m de dimensiones útiles, con marcos realizados en perfiles de acero A-42b anclados al cerramiento exterior.			
	La cubierta a dos aguas, se realizará con chapa de acero galvanizada de 0,8 mm de espesor.			
	Descomposición			
01.05.01	CÁNTARA DE CAPTACIÓN	1,000	62.919,60	62.919,60
01.05.02	POZO DE BOMBEO	1,000	38.748,80	38.748,80
01.05.03	ALMACÉN Y TALLER	1,000	50.180,40	50.180,40
01.05.04	ENVASADO Y ALMACENAMIENTO	1,000	90.222,00	90.222,00
01.05.05	POST-TRATAMIENTO	1,000	66.066,00	66.066,00
01.05.06	EDIF. OSMOSIS	1,000	233.862,40	233.862,40
01.05.07	EDIF. OFICINAS	1,000	73.200,00	73.200,00
01.05.08	MUROS	1,000	115.444,00	115.444,00
		1,00	730.643,20	730.643,20
	TOTAL CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL			4.222.178,27

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 02 EQUIPOS MECÁNICOS			
	SUBCAPÍTULO 02.01 EQUIPOS			
	APARTADO 02.01.01 DEPÓSITOS			
D-001	<p>Cantara de captación</p> <p>Material: Hormigón armado enterrado Fluido: Agua bruta Volumen: 3726 m3 Dimensiones: 6x23x27m Fondo:Plano Techo:Abierto Escaleras: Si</p>			
		1,00	45.630,00	45.630,00
D-002	<p>Pozo de bombeo</p> <p>Material: Hormigón armado enterrado Fluido: Agua bruta Volumen: 1260 m3 Dimensiones: 6x7x30m Fondo:Plano Techo:Abierto Escaleras: Si</p>			
		1,00	32.640,00	32.640,00
D-003	<p>Depósito de agua pretratada</p> <p>Material: Hormigón armado semienterrado Fluido: Agua pretratada Volumen: 1260 m3 Dimensiones: 6x12x17,5m Fondo:Plano Techo:Plano Cuello de cisne en venteo: Si</p>			
		1,00	37.954,00	37.954,00
D-004	<p>Depósito de agua permeada</p> <p>Material: Hormigón armado semienterrado Fluido: Agua permeada Volumen: 1260 m3 Dimensiones: 6x12x17,5m Fondo:Plano Techo:Plano Cuello de cisne en venteo: Si</p>			
		1,00	37.954,00	37.954,00
D-005	<p>Depósito de agua potable</p> <p>Material: Hormigón armado Fluido: Agua potable Volumen: 15000 m3 Dimensiones: D=26m H=30m Fondo:Plano Techo:Plano Cuello de cisne en venteo: Si</p>			
		2,00	189.632,00	379.264,00
D-006	<p>Depósito de Desplazamiento</p> <p>Material: PRFV Fabricante: Tadipol Fluido: Agua permeada Volumen: 90 m3 Dimensiones: D=4m H=7,5m Fondo: Korbogen Techo: Korbogen Cuello de cisne en venteo: Si</p>			
		1,00	35.640,00	35.640,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D-007	<p>Depósito de Limpieza química</p> <p>Material: PRFV Fabricante: Tadipol Fluido: Agua permeada + Dosificaciones químicas Volumen: 12 m3 Dimensiones: D=2,5m H=2,65m Fondo: Korbogen Techo: Korbogen Cuello de cisne en venteo: Si Agitador: Si</p>			
		1,00	2.563,00	2.563,00
D-008	<p>Tanque decantador</p> <p>Material: Hormigón armado enterrado Fluido: Agua rechazada Volumen: 1000 m3 Dimensiones: D=16m H=4m Fondo: Cónico Techo: Abierto Rascador de fondo: Si</p>			
		1,00	40.963,00	40.963,00
D-009	<p>Depósito de NaClO (13%)</p> <p>Material: PRFV Fabricante: Tadipol Fluido: NaClO (13%) Volumen: 40 m3 Dimensiones: D=3m H=5,95m Fondo: Korbogen Techo: Korbogen Cuello de cisne en venteo: Si</p>			
		1,00	17.340,00	17.340,00
D-010	<p>Depósito de H2SO4 (98%)</p> <p>Material: PPAD Fabricante: Tadipol Fluido: H2SO4 (98%) Volumen: 15 m3 Dimensiones: D=2,5m H=3,3m Fondo: Korbogen Techo: Korbogen Cuello de cisne en venteo: Si</p>			
		1,00	9.350,00	9.350,00
D-011	<p>Depósito de Cl3Fe (40%)</p> <p>Material: PRFV Fabricante: Tadipol Fluido: FeCl3 (40%) Volumen: 25 m3 Dimensiones: D=2,5m H=5,35m Fondo: Korbogen Techo: Korbogen Cuello de cisne en venteo: Si</p>			
		1,00	12.536,00	12.536,00
D-012	<p>Depósito de NaHSO3 (40%)</p> <p>Material: PRFV Fabricante: Tadipol Fluido: NaHSO3 (40%) Volumen: 10 m3 Dimensiones: D=2,5m H=2,25m Fondo: Korbogen Techo: Korbogen Cuello de cisne en venteo: Si</p>			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D-013	<p>Depósito de HMP (5,5%)</p> <p>Material: PRFV</p> <p>Fabricante: Tadipol</p> <p>Fluido: HMP (5,5%)</p> <p>Volumen: 2,5 m3</p> <p>Dimensiones: D=1,3m H=2,34m</p> <p>Fondo: Korbogen</p> <p>Techo: Korbogen</p> <p>Cuello de cisne en venteo: Si</p>	2,00	1.983,00	3.966,00
D-014	<p>Depósito de CO2 (99,9%)</p> <p>Material: Acero inoxidable AISI 304L</p> <p>Fluido: CO2 líquido</p> <p>Volumen: 13 m3</p> <p>Dimensiones: D=2,5m H=3m</p> <p>Fondo: Korbogen</p> <p>Techo: Korbogen</p>	2,00	1.136,00	2.272,00
D-015	<p>Depósito de HCl (37%)</p> <p>Material: PRFV</p> <p>Fabricante: Tadipol</p> <p>Fluido: HCl (37%)</p> <p>Volumen: 3 m3</p> <p>Dimensiones: D=1,6m H=2,25m</p> <p>Fondo: Korbogen</p> <p>Techo: Korbogen</p> <p>Cuello de cisne en venteo: Si</p>	1,00	27.950,00	27.950,00
D-016	<p>Depósito de NaOH (50%)</p> <p>Material: PRFV</p> <p>Fabricante: Tadipol</p> <p>Fluido: NaOH (50%)</p> <p>Volumen: 3 m3</p> <p>Dimensiones: D=1,6m H=2,25m</p> <p>Fondo: Korbogen</p> <p>Techo: Korbogen</p> <p>Cuello de cisne en venteo: Si</p>	2,00	1.456,00	2.912,00
D-017	<p>Calderín de aire comprimido</p> <p>Material: Aluminio</p> <p>Fluido: Aire comprimido a 8,5 barg</p> <p>Volumen: 5 m3</p> <p>Fondo: Korbogen</p> <p>Techo: Korbogen</p> <p>Cuello de cisne en venteo: No</p> <p>Válvula de seguridad: Si</p>	2,00	1.456,00	2.912,00
		1,00	6.590,00	6.590,00
TOTAL APARTADO 02.01.01 DEPÓSITOS.....				698.436,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO 02.01.02 BOMBAS			
B-001	Bomba de captación Marca: Sulzer Modelo: ABS XFP 250M-CH2 Material: Superduplex Tipo: Sumergible Fluido: Agua bruta Caudal: 1242 m3/h Potencia: 168,1 kW			
		5,00	23.180,00	115.900,00
B-002	Bomba de pozo de bombeo Marca: Sulzer Modelo: ABS XFP 200M-CH2 Material: Superduplex Tipo: Sumergible Fluido: Agua bruta Caudal: 720 m3/h Potencia: 134,4 kW			
		6,00	17.340,00	104.040,00
B-003	Bomba de alta presión Marca: Sulzer Modelo: MSD-RO Material: Superduplex Tipo: Alta presión multietapa de cámara partida. Fluido: Agua pretratada Caudal: 926 m3/h Potencia: 1904,6 kW			
		5,00	46.256,00	231.280,00
B-004	Turbina pelton Turbina pelton Material: Superduplex Fluido: Agua rechazada Caudal: 2036,4 m3/h Potencia producida: 2445,2 kW			
		1,00	20.530,00	20.530,00
B-005	Bomba de limpieza Marca: Sulzer Modelo: AHLSTAR W RANGE TYPE WPP/T Material: Superduplex Tipo: Centrífuga Fluido: Agua rechazada Caudal: 918 m3/h Potencia: 101,9 kW			
		1,00	19.845,00	19.845,00
B-006	Bomba de agua rechazada Marca: Sulzer Material: Superduplex Tipo: Centrífuga Fluido: Agua rechazada Caudal: 509,25 m3/h Potencia: 62,82 kW			
		4,00	12.954,00	51.816,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
B-007	Bomba de NaClO (13%) Marca: Jesco Modelo: MEMDOS E/DX 160 Material: Teflón Tipo: Dosificadora Fluido: NaClO (13%) Caudal: 110 L/h Potencia: 0,37 kW			
		2,00	279,00	558,00
B-008	Bomba de H2SO4 (98%) Marca: Jesco Modelo: MEMDOS E/DX 50 Material: Teflón Tipo: Dosificadora de membrana Fluido: H2SO4 (98%) Caudal: 41 L/h Potencia: 0,05 kW			
		2,00	223,00	446,00
B-009	Bomba de Cl3Fe (40%) Marca: Jesco Modelo: MEMDOS E/DX 75/76 Material: Teflón Tipo: Dosificadora de membrana Fluido: Cl3Fe (40%) Caudal: 64 L/h Potencia: 0,25 kW			
		2,00	310,00	620,00
B-010	Bomba de NaHSO3 (40%) Marca: Jesco Modelo: MEMDOS E/DX 160 Material: Teflón Tipo: Dosificadora de membrana Fluido: NaHSO3 (40%) Caudal: 118,5 L/h Potencia: 0,12 kW			
		2,00	430,00	860,00
B-011	Bomba de HMP (5,5%) Marca: Jesco Modelo: MEMDOS E/DX 50 Material: Teflón Tipo: Dosificadora de membrana Fluido: HMP (5,5%) Caudal: 27,3 L/h Potencia: 0,05 kW			
		2,00	189,00	378,00
B-012	Bomba de HCl (37%) Marca: Jesco Modelo: MEMDOS E/DX 50 Material: Teflón Tipo: Dosificadora de membrana Fluido: HCl (37%) Caudal: 20 L/h Potencia: 0,05 kW			
		4,00	189,00	756,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS, MEDICIONES Y GRÁFICOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
B-013	Bomba de NaOH (50%) Marca: Jesco Modelo: MEMDOS E/DX 50 Material: Teflón Tipo: Dosificadora de membrana Fluido: NaOH (50%) Caudal: 20 L/h Potencia: 0,05 kW			
		4,00	189,00	756,00
B-014	Bomba de desplazamiento Marca: Sulzer Material: AISI 304L Tipo: Centrífuga Fluido: Agua permeada Caudal: 10 m3/h Potencia: 1,1 kW			
		1,00	1.536,00	1.536,00
B-015	Bomba de limpieza química Marca: Sulzer Material: AISI 304L Tipo: Centrífuga Fluido: Agua permeada + Dosificaciones químicas Caudal: 10 m3/h Potencia: 1,1 kW			
		1,00	1.536,00	1.536,00
B-016	Bomba de agua permeada Marca: Sulzer Material: Superduplex Tipo: Centrífuga Fluido: Agua permeada Caudal: 1691,1 m3/h Potencia: 180,53 kW			
		2,00	16.940,00	33.880,00
B-017	Bomba de agua potable Marca: Sulzer Material: Superduplex Tipo: Centrífuga Fluido: Agua permeada Caudal: 1691,1 m3/h Potencia: 240,71 kW			
		2,00	16.940,00	33.880,00
S-001	Soplante de limpieza filtros Material: PPAD Fluido: Aire Caudal: 2550 m3/h Potencia: 84 kW			
		1,00	6.530,00	6.530,00
TOTAL APARTADO 02.01.02 BOMBAS				625.147,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO 02.01.03 OTROS EQUIPOS			
A-001	Agitador depósito de limpieza Agitador de depósito de agua de limpieza química.			
		1,00	2.536,00	2.536,00
A-002	Agitador depósito de preparación de NaHSO₃ (40%) 2 Agitadores de depósitos de preparación de NaHSO ₃			
		2,00	1.263,00	2.526,00
A-003	Agitador depósito de preparación de HMP (5,5%) 2 Agitadores de depósitos de preparación de HMP			
		2,00	1.263,00	2.526,00
F-001	Filtro Arena-Antracita 6 filtros de Arena-Antracita Marca: Degremont Modelo: Seaclean Área de superficie filtrante: 51 m ² Material: Acero galvanizado recubiertos con material plástico.			
		6,00	29.875,00	179.250,00
F-002	Filtro cartuchos 8 Filtros de cartucho Marca: PUTSCH Diámetro máximo de elemento filtrado: 5 micras Superficie filtrante: 2,84 m ² Capacidad: 12 cartuchos por filtro Material: Acero inoxidable 316L			
		8,00	11.376,00	91.008,00
F-003	Filtro cartuchos 2 Filtros de cartucho Marca: PUTSCH Diámetro máximo de elemento filtrado: 5 micras Superficie filtrante: 0,11 m ² Capacidad: 1 cartuchos por filtro Material: Acero inoxidable 316L			
		2,00	4.362,15	8.724,30
LC-001	Lecho de calcita 7 lechos de calcita Material: Hormigón Caudal unitario: 277,78 m ³ /h Dimensiones: 2,5x8x3m Velocidad máxima de paso del agua: 15 m/h			
		7,00	20.635,00	144.445,00
T-001	Tornillo sin fin Tornillos sin fin para transporte de sólidos producidos por incrustaciones			
		1,00	12.698,00	12.698,00
CF-001	Centrífuga Equipo de centrifugación para secado de sólidos producidos por incrustaciones.			
		1,00	95.632,00	95.632,00
DF-001	Difusor de CO₂ 6 disolvedores de CO ₂ Fabricante: Drintec Velocidad máxima: 0,09 m/s			
		6,00	7.536,00	45.216,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TAP	Tubos de alta presión (Membranas osmosis) 352 Permeadores de membranasde alta presión Fabricante: Dow			
		352,00	1.674,00	589.248,00
MEM-001	Membranas de osmosis inversa tipo SW30HRLE-440i 704 Membranas de osmosis inversa tipo SW30HRLE-440i Fabricante: DOW Presión máxima: 83 bar Temperatura máxima de operación: 45°C Rechazo mínimo de sales: 99,65%			
		704,00	753,00	530.112,00
MEM-002	Membranas de osmosis inversa tipo SW30ULE-440i 704 Membranas de osmosis inversa tipo SW30ULE-440i Fabricante: DOW Presión máxima: 83 bar Temperatura máxima de operación: 45°C Rechazo mínimo de sales: 99,5%			
		1.760,00	854,00	1.503.040,00
POL-001	Polipastos pozo de bombeo y cántara de captación 2 polipastos para mantenimineto de bombas sumergibles.			
		2,00	3.650,00	7.300,00
PG-001	Puente grúa en edificio de osmosis Puente grúa para mantenimiento de			
		1,00	25.640,20	25.640,20
TOTAL APARTADO 02.01.03 OTROS EQUIPOS.....				3.239.901,50
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 EQUIPOS.....				4.563.484,50
SUBCAPÍTULO 02.02 TUBERÍAS Y VALVULERÍA				
APARTADO 02.02.01 TUBERÍAS				
SUBAPARTADO 02.02.01.01 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD				
E	m DN 1200			
		1.500,00	1.100,00	1.650.000,00
F	m DN 1100			
		665,00	1.000,00	665.000,00
G	m DN 700			
		1.620,00	486,30	787.806,00
H	m DN 600			
		260,00	378,25	98.345,00
I	m DN 500			
		340,00	238,30	81.022,00
J	m DN 450			
		80,00	189,05	15.124,00
K	m DN 400			
		100,00	170,75	17.075,00
L	m DN 300			
		80,00	93,25	7.460,00
M	m DN 250			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		40,00	64,60	2.584,00
N	m DN 225			
		40,00	45,60	1.824,00
O	m DN 25			
		30,00	1,20	36,00
P	m DN 10			
		320,00	0,55	176,00
TOTAL SUBAPARTADO 02.02.01.01 POLIETILENO DE ALTA				3.326.452,00
SUBAPARTADO 02.02.01.02 SUPERDUPLEX				
Q	m DN 80			
		40,00	200,00	8.000,00
TOTAL SUBAPARTADO 02.02.01.02 SUPERDUPLEX.....				8.000,00
SUBAPARTADO 02.02.01.03 ALUMINIO				
R	m DN 20			
		540,00	21,15	11.421,00
S	m DN 10			
		200,00	14,53	2.906,00
TOTAL SUBAPARTADO 02.02.01.03 ALUMINIO.....				14.327,00
TOTAL APARTADO 02.02.01 TUBERÍAS.....				3.348.779,00
APARTADO 02.02.02 VALVULERÍA				
02.02.02.01	VÁLVULAS DE BOLA			
	Válvulas de bola para proceso e instrumentación.			
		1,00	601.780,00	601.780,00
401280	VÁLVULAS DE MARIPOSA			
	Válvulas de mariposa de corte para tuberías de grandes diámetros y aspiraciones e impulsiones de bombas.			
		1,00	401.280,00	401.280,00
02.02.02.03	VÁLVULAS DE CONTROL			
	Válvulas de control de caudal en la impulsión de las bombas de alta presión, previo a las membranas de osmosis.			
		1,00	152.622,00	152.622,00
02.02.02.04	VÁLVULAS DE GLOBO			
	Válvulas de globo para el by-pass de las válvulas de control.			
		1,00	19.367,00	19.367,00
02.02.02.05	VÁLVULAS ANTIRRETORNO			
	Válvulas antirretorno situadas en la impulsión de las bombas de la planta.			
		1,00	40.968,90	40.968,90
02.02.02.06	VÁLVULAS ON/OFF			
	Válvulas on/off activadas neumáticamente para la automatización del proceso.			
		1,00	468.425,00	468.425,00
TOTAL APARTADO 02.02.02 VALVULERÍA.....				1.684.442,90
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 TUBERÍAS Y VALVULERÍA.....				5.033.221,90

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.01	EQUIPOS			
	Descomposición			
02.01.01	DEPÓSITOS	1,000	698.436,00	698.436,00
02.01.02	BOMBAS	1,000	625.147,00	625.147,00
02.01.03	OTROS EQUIPOS	1,000	3.239.901,50	3.239.901,50
		1,00	4.563.484,50	4.563.484,50
02.02	TUBERÍAS Y VALVULERÍA			
	Descomposición			
02.02.01	TUBERÍAS	1,000	3.348.779,00	3.348.779,00
02.02.02	VALVULERÍA	1,000	1.684.442,90	1.684.442,90
		1,00	5.033.221,90	5.033.221,90
02.03	ELEMENTOS AUXILIARES			
	Codos, tes, y otros elementos auxiliares necesarios para la conexión de las tuberías hidráulicas y neumáticas de la planta.			
		1,00	62.325,00	62.325,00
	TOTAL CAPÍTULO 02 EQUIPOS MECÁNICOS.....			9.659.031,40

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 03 SISTEMA ELÉCTRICO			
03.01	TRANSFORMADORES, CUADROS Y PROTECCIONES			
	Transformadores de media tensión 0,42/11 kV.			
	Transformadores de baja tensión.			
	Grupo electrógeno de emergencia diesel acoplado a un transformador elevador 0,42/11 kV.			
	Cuadros de distribución de energía.			
	Cuadros de fuerza y alumbrado, de alimentación eléctricas a consumidores de servicios auxiliares.			
	Equipos de compensación de energía reactiva.			
	Sistema de tensión segura de la Planta formado a su vez por SAI's y cuadros de distribución de tensión.			
		1,00	5.190.521,00	5.190.521,00
03.02	ALUMBRADO Y FUERZA			
	Sistemas y cableado de alumbrado exterior y fuerza.			
		1,00	475.870,20	475.870,20
03.03	REDES ENTERRADAS			
	Conducciones para el cableado de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro colocadas en zanja.			
		1,00	726.611,67	726.611,67
	TOTAL CAPÍTULO 03 SISTEMA ELÉCTRICO.....			6.393.002,87

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 04 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL			
04.01	PLC/SISTEMAS DE CONTROL			
	Unidad central de control y bloques de entrada y salida unidos por bus de comunicación.			
		1,00	25.564,00	25.564,00
04.02	INSTRUMENTOS			
	Intrumentos necesarios para la toma de medidas en tiempo real en la planta.			
	Descomposición			
04.02.01	Indicador y transmisor de temperatura	6,000	324,15	1.944,90
04.02.02	Indicador y transmisor de presión	39,000	679,23	26.489,97
04.02.03	Indicador y transmisor de conductividad	19,000	3.426,90	65.111,10
04.02.04	Indicador y transmisor de presión diferencial	16,000	680,60	10.889,60
04.02.05	Indicador y transmisor de pH	17,000	3.612,30	61.409,10
04.02.06	Indicador de potencial redox	1,000	3.515,10	3.515,10
04.02.07	Sensor de nivel	60,000	584,12	35.047,20
04.02.08	Transmisor de nivel	17,000	1.156,70	19.663,90
04.02.09	Caudalímetro	17,000	2.351,00	39.967,00
		1,00	264.037,87	264.037,87
04.03	SOPORTACIÓN BANDEJAS Y ELEMENTOS AUXILIARES			
	Bandejas de soporte para el cableado de los instrumentos y elementos de sujeción.			
		1,00	25.325,00	25.325,00
	TOTAL CAPÍTULO 04 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....			314.926,87

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 05 INSTALACIONES AUXILIARES			
05.01	EVACUACIÓN RESIDUAL DE VERTIDOS Instalación de tuberías de PVC de 300 mm y 600 mm de diámetro exterior.			
		1,00	3.547,15	3.547,15
05.02	FONTANERÍA Instalación de tuberías de PVC con pendiente no inferior a 1% . Instalación de arquetas de paso registrables en el exterior y no registrables en el interior del edificio de oficinas.			
		1,00	1.868,25	1.868,25
05.03	AIRE COMPRIMIDO 2 Compresores Kaeser Serie: SX3-ASK. Potencia motor: 2,2 kW. Caudal unitario: 52,44 Nm ³ /h. Presión impulsión: 8,5 bar 2 Secadores de absorción. 2 Prefiltros 2 Post-filtros			
		1,00	2.568,90	2.568,90
05.04	EQUIPOS PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Descomposición			
	T EXTINTORES DE AGUA DE PARED	30,000	29,95	898,50
	U EXTINTORES DE CO ₂	5,000	53,49	267,45
	Z EXTINTORES DE AGUA CON RUEDAS	5,000	61,98	309,90
		1,00	1.475,85	1.475,85
05.05	TELEFONÍA Red de conexión telefónica en oficinas. 7 teléfonos para el edificio de oficinas DAEWOO DTC-410.			
		1,00	1.569,30	1.569,30
05.06	SISTEMA DE ENVASADO AUTOMÁTICO Descomposición			
	05.06.01 Envasadora automática botellas 1,5L	1,000	325.947,00	325.947,00
	05.06.02 Envasadora automática garrafas 5L	1,000	289.640,00	289.640,00
	05.06.03 Sistema de paletizado y enfardado automático	1,000	45.690,00	45.690,00
	05.06.04 Carretilla elevadora	1,000	16.700,00	16.700,00
		2,00	677.977,00	1.355.954,00
	TOTAL CAPÍTULO 05 INSTALACIONES AUXILIARES			1.366.983,45

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 06 SEGURIDAD Y SALUD			
06.01	LOCALES			
		1,00	1.563,00	1.563,00
06.02	COLECTIVAS			
		1,00	2.364,00	2.364,00
06.03	INDIVIDUALES			
		1,00	938,15	938,15
	TOTAL CAPÍTULO 06 SEGURIDAD Y SALUD.....			4.865,15
	TOTAL.....			21.960.988,01

RESUMEN PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	OBRA CIVIL.....	4.222.178,27	19,23
02	EQUIPOS MECÁNICOS.....	9.659.031,40	43,98
03	SISTEMA ELÉCTRICO.....	6.393.002,87	29,11
04	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	314.926,87	1,43
05	INSTALACIONES AUXILIARES.....	1.366.983,45	6,22
06	SEGURIDAD Y SALUD.....	4.865,15	0,02
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		21.960.988,01	

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de VEINTIUN MILLONES NOVECIENTOS SESENTA MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con UN CÉNTIMOS.

Considerando una amortización lineal a 25 años, se obtiene una amortización anual de 878.439,52 €/año.

1.2 Costes fijos.

Como costes fijos anuales en la planta se puede considerar: gastos de personal, mantenimiento, potencia eléctrica contratada y otros gastos relacionados.

- **Costes de personal**

Los costes de personal engloban los costes asociados tanto a los trabajadores de la planta, como al personal externo a la planta pero que trabaja de forma continua para ésta, como es el personal de laboratorio.

Personal	Coste unitario (€/año)	Número	Total (€/año)
Jefe planta	58000,00	1	58000,00
Subjefe de planta	46000,00	1	46000,00
Jefe laboratorio	38000,00	1	38000,00
Oficial	25000,00	1	25000,00
Operadores	25000,00	16	400000,00
Auxiliar de laboratorio	20000,00	2	40000,00
Administrativo	24000,00	3	72000,00
TOTAL		25	679000,00

Tabla 1. Costes de personal.

- **Costes de mantenimiento**

Los costes de mantenimiento se obtienen aplicando un porcentaje medio al coste de inversión de los equipos mecánicos, eléctricos y de obra civil, calculado para los tres primeros años de explotación.

	Inversión inicial (€)	Porcentaje	Coste (€/año)
Equipos mecánicos	9659031,40	3,00%	289770,94
Equipos eléctricos	6393002,87	0,70%	44751,02
Obra civil	4222178,27	0,60%	25333,07
TOTAL (€/año)			359855,03

Tabla 2. Costes de mantenimiento.

- **Potencia eléctrica**

Considerando un coste de potencia eléctrica contratada de 19,5 €/kW año, y teniendo en cuenta que la potencia contratada es de unos 12.000 kW, resulta un coste anual de 234.000 €/año.

- **Otros costes fijos**

Estos costes hacen referencia a costes de oficina, asesoría, seguros, seguridad y salud y costes de control medioambiental.

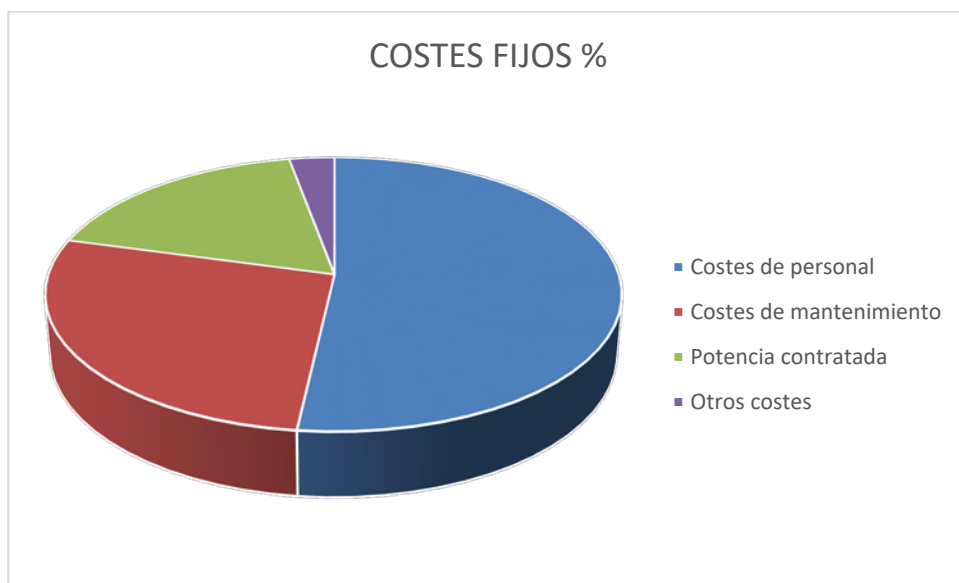
Concepto	Coste (€/año)
Gastos oficina	3000,00
Asesoría	3000,00
Seguros	8000,00
Seguridad y salud	4000,00
Control medioambiental	20000,00
TOTAL	38000,00

Tabla 3. Otros coste fijos.

1.2.1 Resumen de costes fijos

Concepto	Coste (€/año)	Porcentaje (%)
Costes de personal	679000,00	52%
Costes de mantenimiento	359855,03	27%
Potencia contratada	234000,00	18%
Otros costes	38000,00	3%
TOTAL	1310855,03	

Tabla 4. Resumen costes fijos.



1.3 Costes variables

Los costes variables son aquellos que dependen del caudal de agua tratado. Para ello se diferencia entre:

- **Energía**

La energía consumida es función del caudal de agua tratado, ya que un alto porcentaje de la energía consumida se debe a las bombas de impulsión de agua, agitadores, etc.

El coste del kW hora se estima en 0,08 €/kWh. Siendo el consumo de la planta:

Consumidor	Nº equipos operando en paralelo	Potencia unitaria (kW)	Horas/día de funcionamiento (h/día)	(KW/día)	(kW/año)
B-001 A-E	4	168,1	24,0	16133,0	5485212,4
B-002 A-F	5	134,4	24,0	16132,8	5485152,0
B-003 A-E	4	1904,6	24,0	182840,4	62165741,0
B-004	1	-2445,2	24,0	-58684,8	-19952832,0
B-005	1	101,9	24,0	2446,1	831667,2
B-006 A-D	4	62,8	24,0	6030,8	2050479,4
B-007 A/B	1	0,370	24,0	8,9	3019,2
B-008 A/B	1	0,05	24,0	1,2	408,0
B-009 A/B	1	0,25	24,0	6,0	2040,0
B-010 A/B	1	0,12	24,0	2,9	979,2
B-011 A/B	1	0,05	24,0	1,2	408,0
B-012 A-D	2	0,05	4,0	0,4	136,0
B-013 A-D	2	0,05	4,0	0,4	136,0
B-014	1	1,1	4,0	4,4	1496,0
B-015	1	1,1	4,0	4,4	1496,0
B-016A/B	1	180,5	24,0	4332,8	1473136,0
B-017A/B	1	240,7	24,0	5777,0	1964181,3
S-001	1	84,0	8,0	672,0	228480,0
A-001	1	2,62	8,0	21,0	7126,4
A-002A/B	1	2,51	8,0	20,1	6827,2
A-003A/B	1	0,18	8,0	1,4	489,6
T-001	1	10	24,0	240,0	81600,0
CF-001	1	20	24,0	480,0	163200,0
C-001A/B	1	2,2	24,0	52,8	17952,0
Otros	-	-	8,0	22000,0	7480000,0
POTENCIA TOTAL (kW/año)					60018531,0

Tabla 5. Costes variables de energía.

El coste total anual de energía consumida, considerando 340 días de funcionamiento al año, asciende a 4.801.482,48 €/año.

- **Dosificación de reactivos**

Reactivos	Caudal (m3/h)	Coste (€/L)	Coste anual (€)
NaClO (13%)	0,110	0,16	143616
H2SO4 (98%)	0,041	0,091	30444,96
Cl3Fe (40%)	0,064	0,015	7833,6
NaHSO3 (40%)	0,119	0,09	87026,4
HMP (5,5%)	0,027	2,5	556920
HCl (37%)	0,020	0,05	8160
NaOH (50%)	0,020	0,02	3264
TOTAL (€/año)			837264,96

Tabla 6. Dosificación de reactivos.

1.3.1 Resumen de costes variables

Concepto	Coste anual (€)	Porcentaje (%)
Energía consumida	4801482,482	85,15%
Dosificación de reactivos	837264,96	14,85%
TOTAL (€/año)	5638747,442	

Tabla 7. Resumen de costes variables.

1.4 Coste del m³ de agua

Para el cálculo del coste del m³ de agua, se ha tenido en cuenta los costes totales anuales (costes de amortización, costes fijos y costes variables).

El coste anual total será de:

Concepto	Coste anual (€)
Costes de amortización	878439,52
Costes fijos	1310855,03
Costes variables	5638747,44
TOTAL	7.828.041,99

Tabla 8. Costes totales anuales.

Teniendo en cuenta que la producción de agua desalada es de 40.000 m³/día, la cantidad de agua producida anualmente será de 13.600.000 m³. El coste de producción de agua potable será de 0,575 €/m³.

1.5 Análisis de rentabilidad de la inversión

A continuación se realiza un estudio de la viabilidad económica de la planta, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Precio medio venta del agua: 1,22 €/m³.
- Impuestos: 35%
- Amortización: lineal a 25 años.
- Coste capital: K=10%

Para saber si la inversión es rentable será necesario calcular el VAN (Valor actualizado neto) y el TIR (Tasa interna de rentabilidad). Si el VAN > 0 y el TIR > k, la inversión será rentable. A continuación se muestran las fórmulas empleadas para calcular el TIR y el VAN.

$$VAN = -Inversión\ inicial + \sum_{i=25}^1 \frac{Flujo\ de\ caja\ año\ i}{(1 + k)^i}$$

$$VAN = 0 = -Inversión\ inicial + \sum_{i=25}^1 \frac{Flujo\ de\ caja\ año\ i}{(1 + TIR)^i}$$

Como se puede observar en las tablas de la página siguiente, tanto el VAN como el TIR cumplen los requisitos anteriores, por lo que la inversión es rentable.

Los beneficios totales tras los 25 años de funcionamiento de la planta, según las suposiciones realizadas, serán de 37.720.661,1 € por lo que se considera que el proyecto es muy rentable. La tasa de recuperación calculada es de 4 años, por lo que al 5º año, la planta ya presenta beneficios.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	-21960988,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0	16592000,0
Gastos fijos		1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0
Gastos variables		5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4
Amortización (lineal)		878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5
BAI		8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0
Impuestos (35%)		3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3
Beneficio neto		5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7
Flujo de caja		6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2
Flujo de caja actualizado		5977283,8	5433894,4	4939904,0	4490821,8	4082565,3	3711423,0	3374020,9	3067291,7	2788447,0	2534951,8	2304501,7	2095001,5
Plazo de recuperación		-15983704,2	-10549809,8	-5609905,8	-1119083,9	2963481,3	6674904,3	10048925,2	13116217,0	15904664,0	18439615,8	20744117,5	22839119,0

Año	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ingresos	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000	16592000
Gastos fijos	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0	1310855,0
Gastos variables	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4	5638747,4
Amortización (lineal)	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5	878439,5
BAI	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0	8763958,0
Impuestos (35%)	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3	3067385,3
Beneficio neto	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7	5696572,7
Flujo de caja	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2	6575012,2
Flujo de caja actualizado	1904546,8	1731406,2	1574005,7	1430914,2	1300831,1	1182573,7	1075067,0	977333,7	888485,2	807713,8	734285,3	667532,0	606847,3
Plazo de recuperación	24743665,9	26475072,1	28049077,7	29479992,0	30780823,1	31963396,8	33038463,9	34015797,5	34904282,7	35711996,5	36446281,7	37113813,8	37720661,1

VAN	TIR
37720661,09	29,9%

k
10,0%

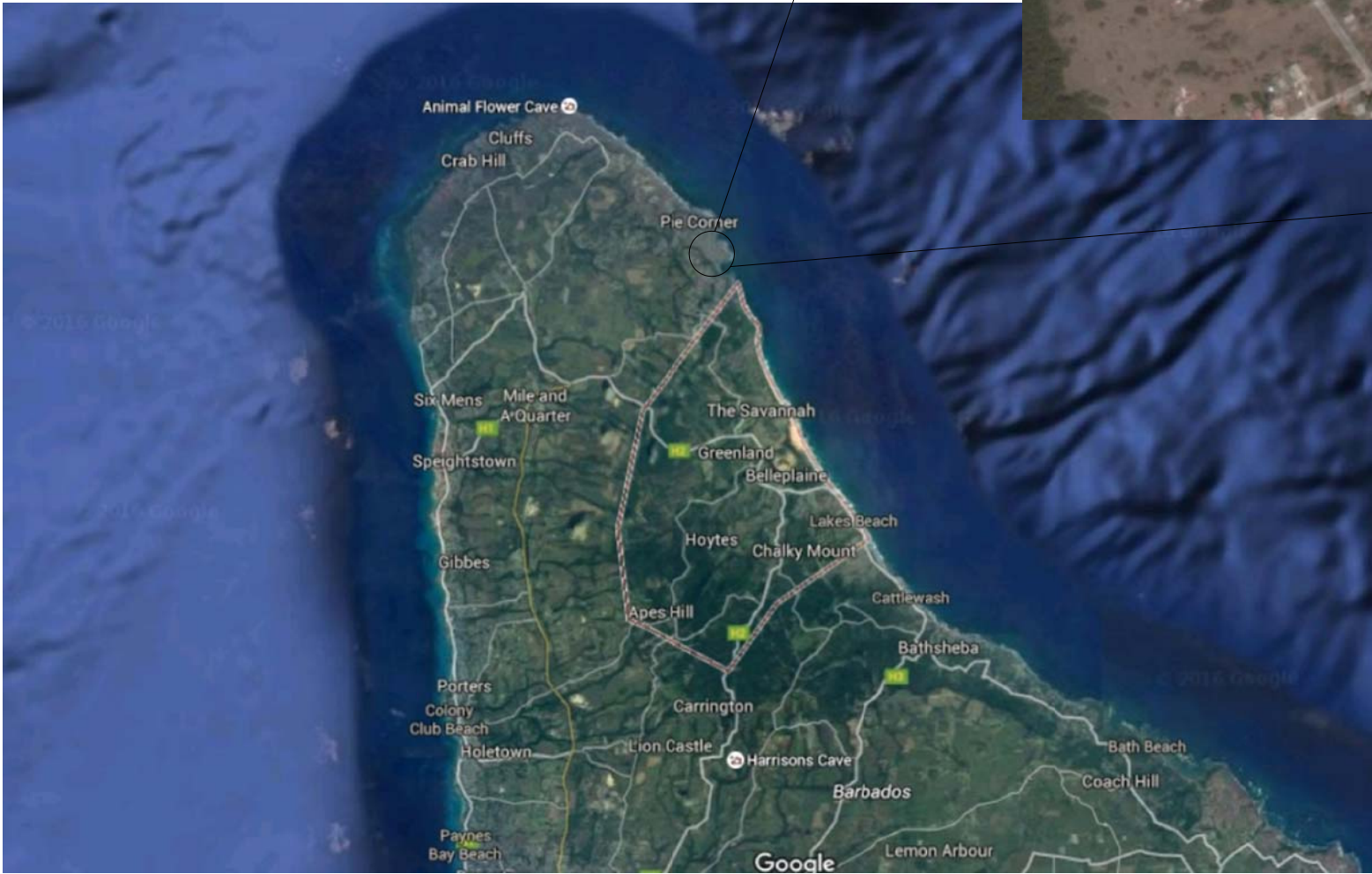
**INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA
DE AGUA DE MAR DE 40.000 M³/DÍA DE
CAPACIDAD**

ANEXO III

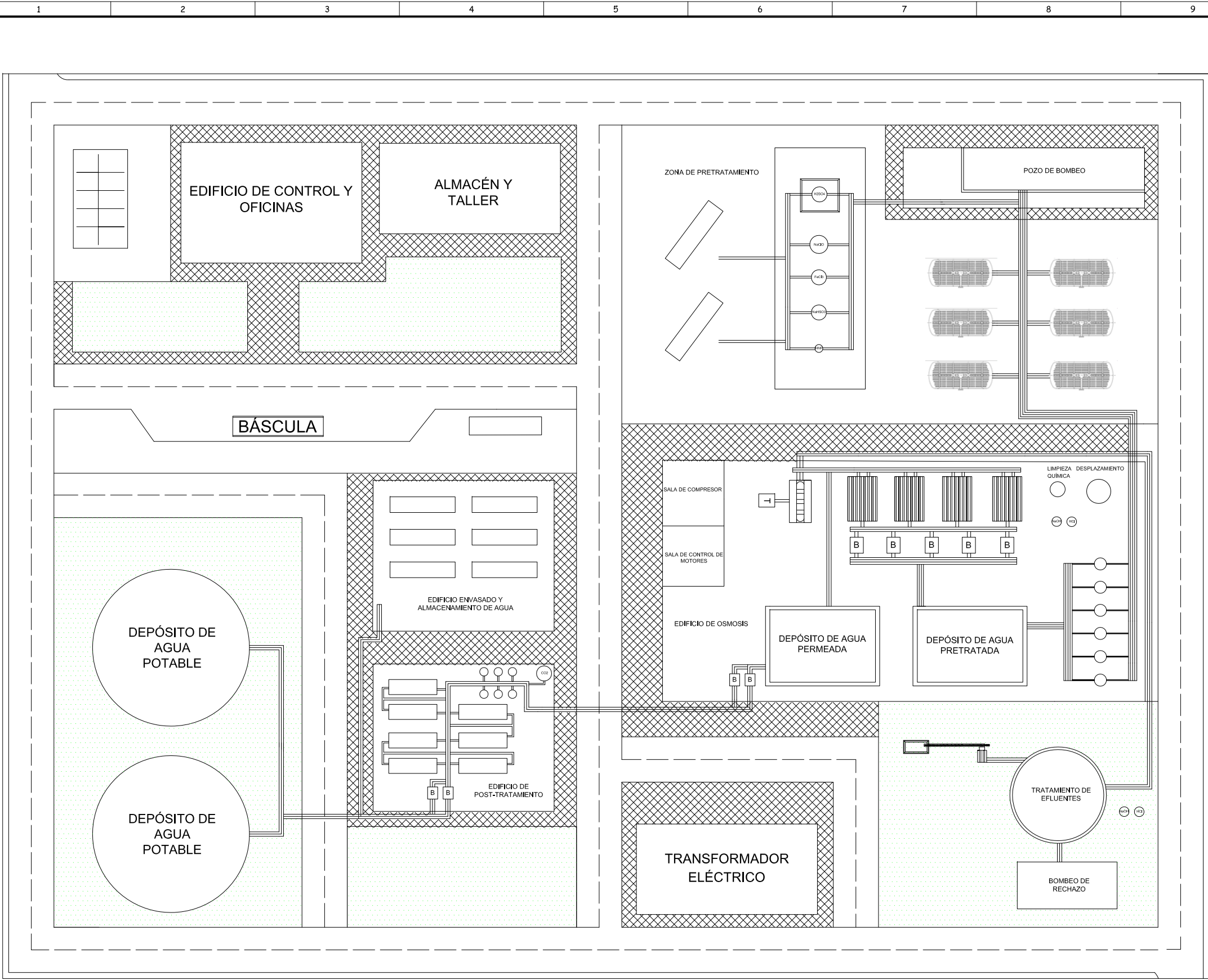
PLANOS

LISTA DE PLANOS

Nº Plano	Denominación	Descripción
1	Emplazamiento	EMPLZ_001
2	Implantación	IMPL_001
3	Diagrama de flujo de proceso	PFD_001
4	Diagrama de instrumentación y control	P&ID_001
5	Diagrama de instrumentación y control	P&ID_002
6	Diagrama de instrumentación y control	P&ID_003
7	Diagrama de instrumentación y control	P&ID_004
8	Diagrama de instrumentación y control	P&ID_005
9	Diagrama de instrumentación y control	P&ID_006
10	Edificio osmosis	EDIF_001
11	Edificio osmosis	EDIF_002
12	Edificio osmosis	EDIF_003
13	Edificio de oficinas	EDIF_004
14	Edificio de oficinas	EDIF_005
15	Edificio de oficinas	EDIF_006
16	Cántara de captación	EDIF_007
17	Cántara de captación	EDIF_008
18	Cántara de captación	EDIF_009
19	Pozo de bombeo	EDIF_010
20	Pozo de bombeo	EDIF_011
21	Pozo de bombeo	EDIF_012
22	Nave Almacén y Taller	EDIF_013
23	Nave Almacén y Taller	EDIF_014
24	Nave Almacén y Taller	EDIF_015
25	Nave de Envasado	EDIF_016
26	Nave de Envasado	EDIF_017
27	Nave de Envasado	EDIF_018
28	Nave Post-Tratamiento	EDIF_019
29	Nave Post-Tratamiento	EDIF_020
30	Nave Post-Tratamiento	EDIF_021
31	Cántara de captación	LUM_001
32	Pozo de bombeo	LUM_002
33	Nave Almacén y Taller	LUM_003
34	Nave de Envasado	LUM_004
35	Nave Post-Tratamiento	LUM_005
36	Nave osmosis	LUM_006
37	Edificio de oficinas	LUM_007
38	Implantación	LUM_008
39	Esquema unifilar	ELECT_001
40	Esquema cuadros eléctricos	ELECT_002
41	Instalación contra incendios	IAUX_001
42	Instalación de aire comprimido	IAUX_002



Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	13/07/2016	EMPLZ 001	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	jul-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	jul-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
1	EMPLAZAMIENTO			S/D	A3
EMPLZ 001					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	13/07/2016	IMPL 001	S.R.M.	S.R.M.	

PROYECTO:

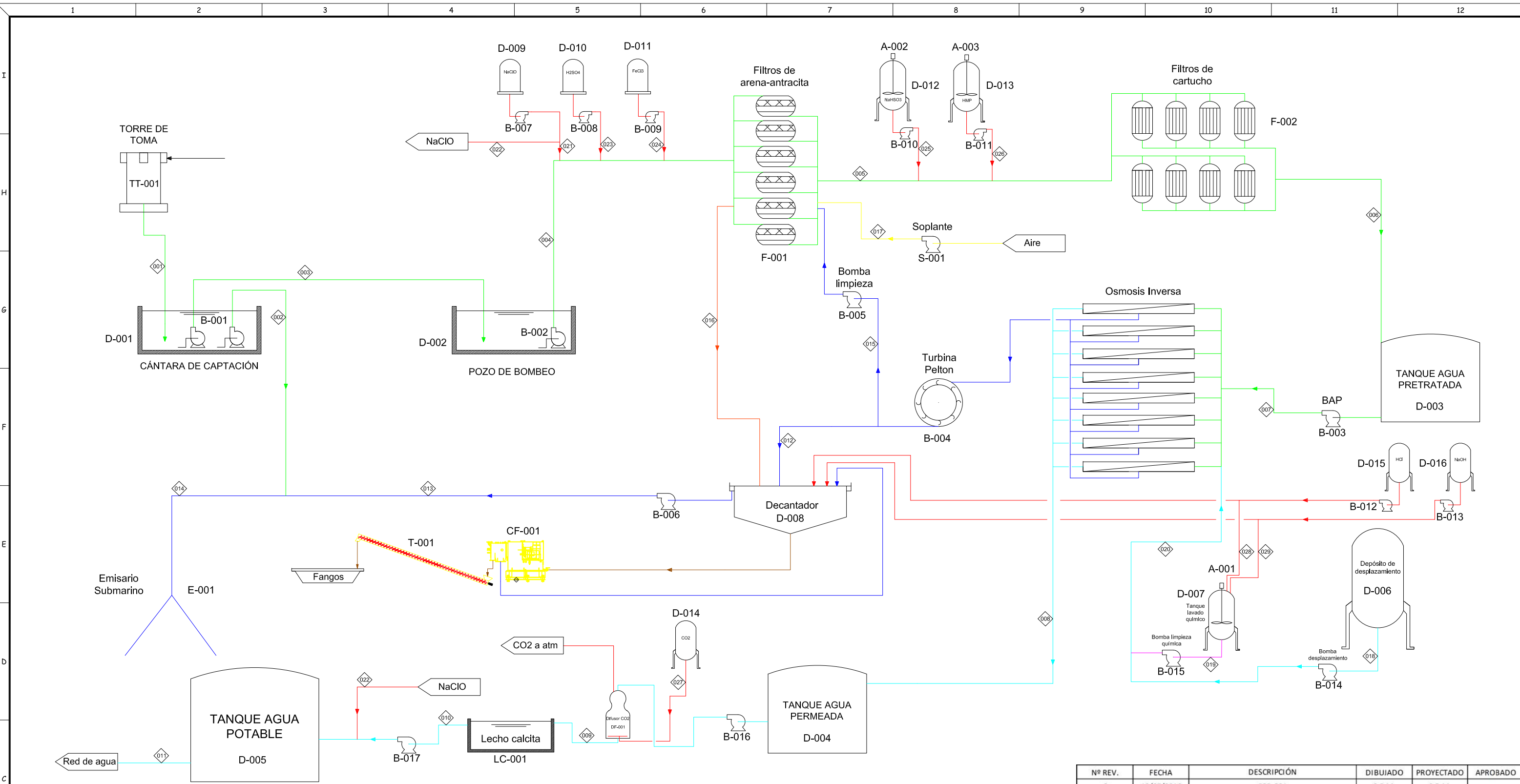
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA

EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
<div></div>			<div></div>		

FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA	<div> UNIVERSIDAD DE SEVILLA</div>		
PROYECTADO:	S.R.M.	jul-16			
APROBADO:	S.R.M.	jul-16			

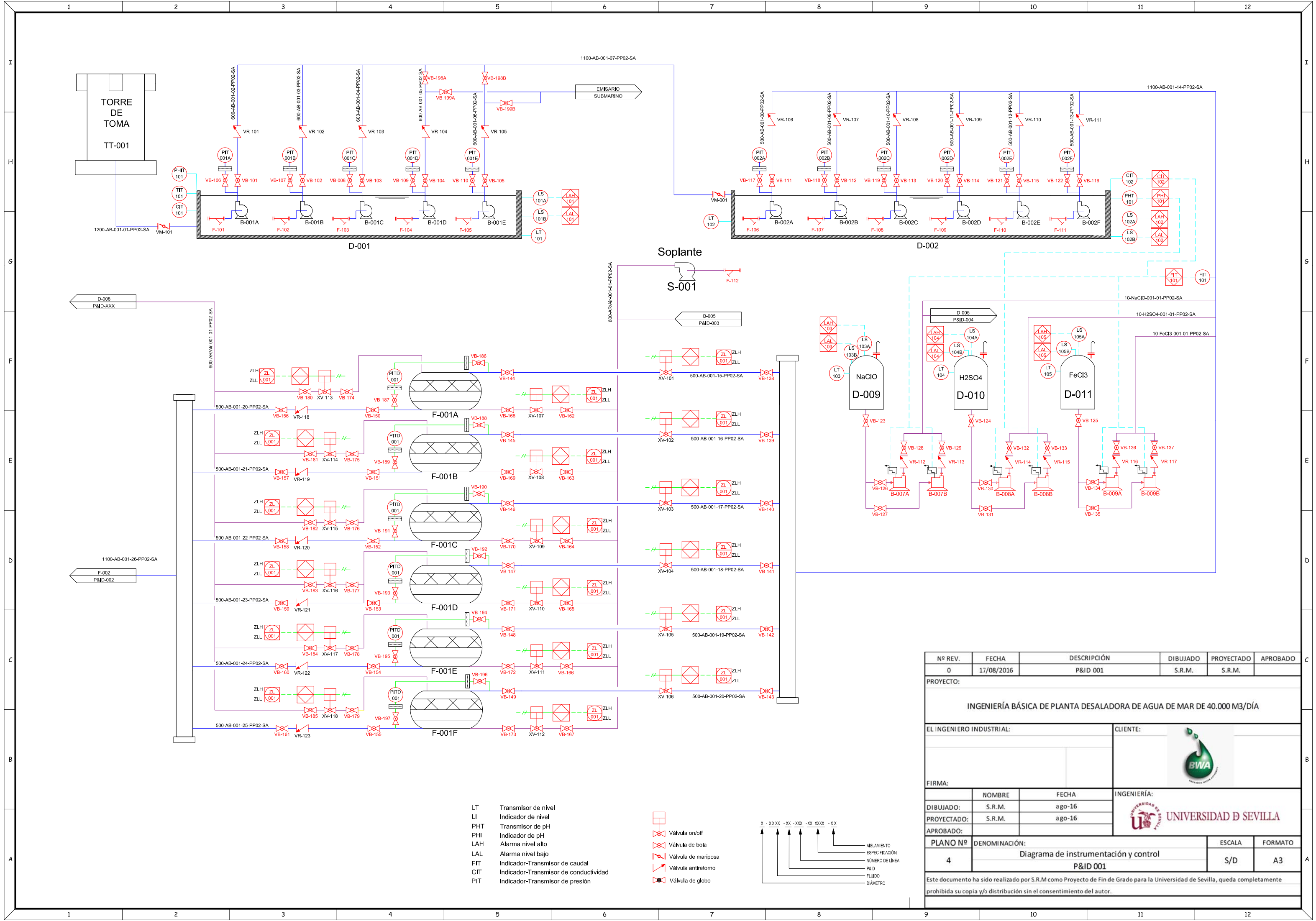
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:	ESCALA	FORMATO
2	IMPLANTACIÓN IMPL 001	S/D	A3

Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.

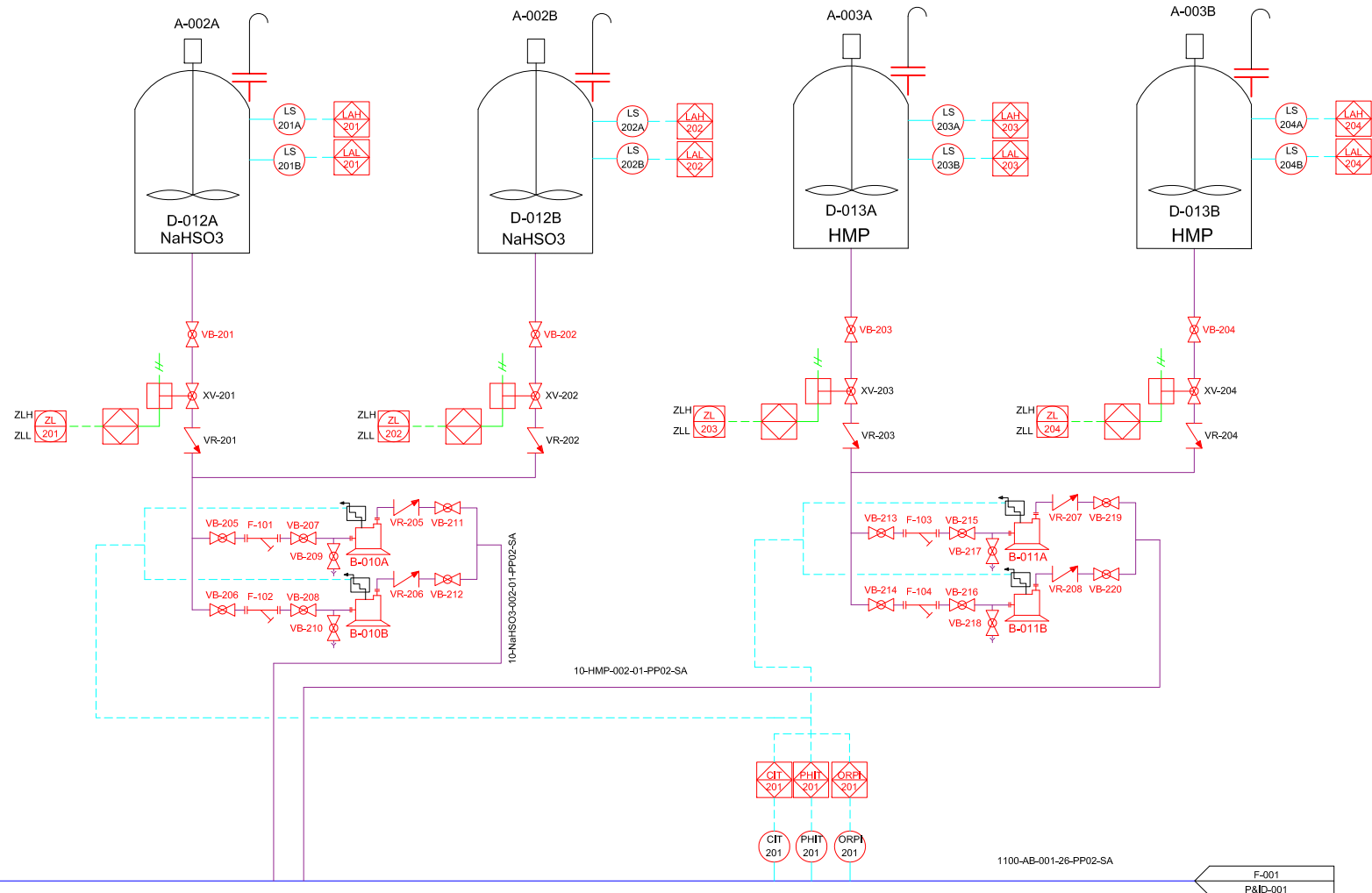
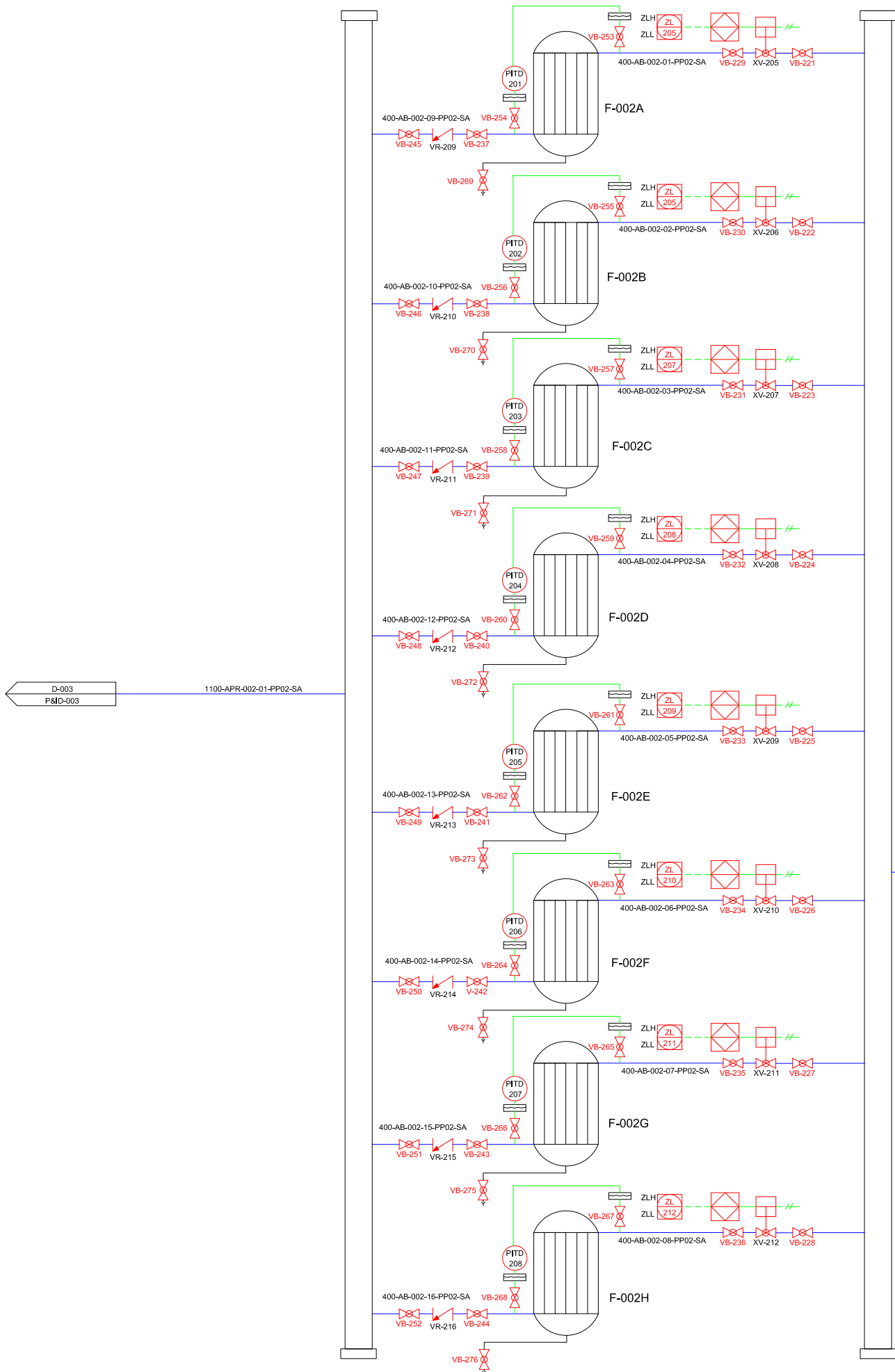


Nº línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fluido	Agua Bruta	Agua Bruta	Agua Bruta	Agua Bruta	Agua Pretratada	Agua Pretratada	Agua Pretratada	Agua permeada	Agua permeada	Agua permeada	Agua permeada	Agua rechazada	Agua rechazada	Agua rechazada	Agua rechazada
Estado	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Caudal volumétrico (m³/h)	4931,0	1227,0	3704,0	3704,0	3704,2	3704,3	3704,3	1667,0	1691,1	1691,2	1691,2	2037,0	2037,0	3264,0	918,0
Densidad (kg/m³)	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1000	1000	1000	1000	1040	1040	1040	1040
Caudal másico (kg/h)	5029620,0	1251540,0	3778080,0	3778080,0	3778247,6	3778396,3	3778396,3	1667000,0	1691118,4	1691170,1	1691170,1	2118480,0	2118480,0	3394560,0	954720,0
Temperatura (°C)	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1
Presión (barg)	1,0	5,0	5,0	6,0	5,0	4,0	59,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	2,5	2,0	1,5
Nº línea	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Fluido	Agua/Aire de limpieza	Aire	Agua permeada	Agua limpieza química	Agua limpieza química	NaClO(13%)	NaClO(13%)	H2SO4(98%)	FeCl3(40%)	NaHSO3(40%)	HMP(5,5%)	CO2	HCl(37%)	NaOH(50%)	
Estado	Líquido/Gas	Gas	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Gas	Líquido	Líquido	
Caudal volumétrico (m³/h)	918/2550	2550	250	250	250	0,058	0,0517	0,041	0,0653	0,1185	0,0273	24,1184211	0,02	0,02	
Densidad (kg/m³)	1040/1	1	1000	1000	1000	1027	1027	1800	1400	1340	1024	1,52	1190	1520	
Caudal másico (kg/h)	954720/2550	2550	250000	250000	250000	59,566	53,0959	73,8	91,42	158,79	27,9552	36,66	23,8	30,4	
Temperatura (°C)	27,1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Presión (barg)	1	1	2	2	2	5	5	5	5	4	4	2	2	2	

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	13/07/2016	PFD 001	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA			
PROYECTADO:	S.R.M.	jul-16			
APROBADO:	S.R.M.	jul-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
3	Diagrama de Flujo de Proceso		S/D	A3	
PFD 001					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	P&ID 001	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
4	Diagrama de instrumentación y control P&ID 001		S/D	A3	
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

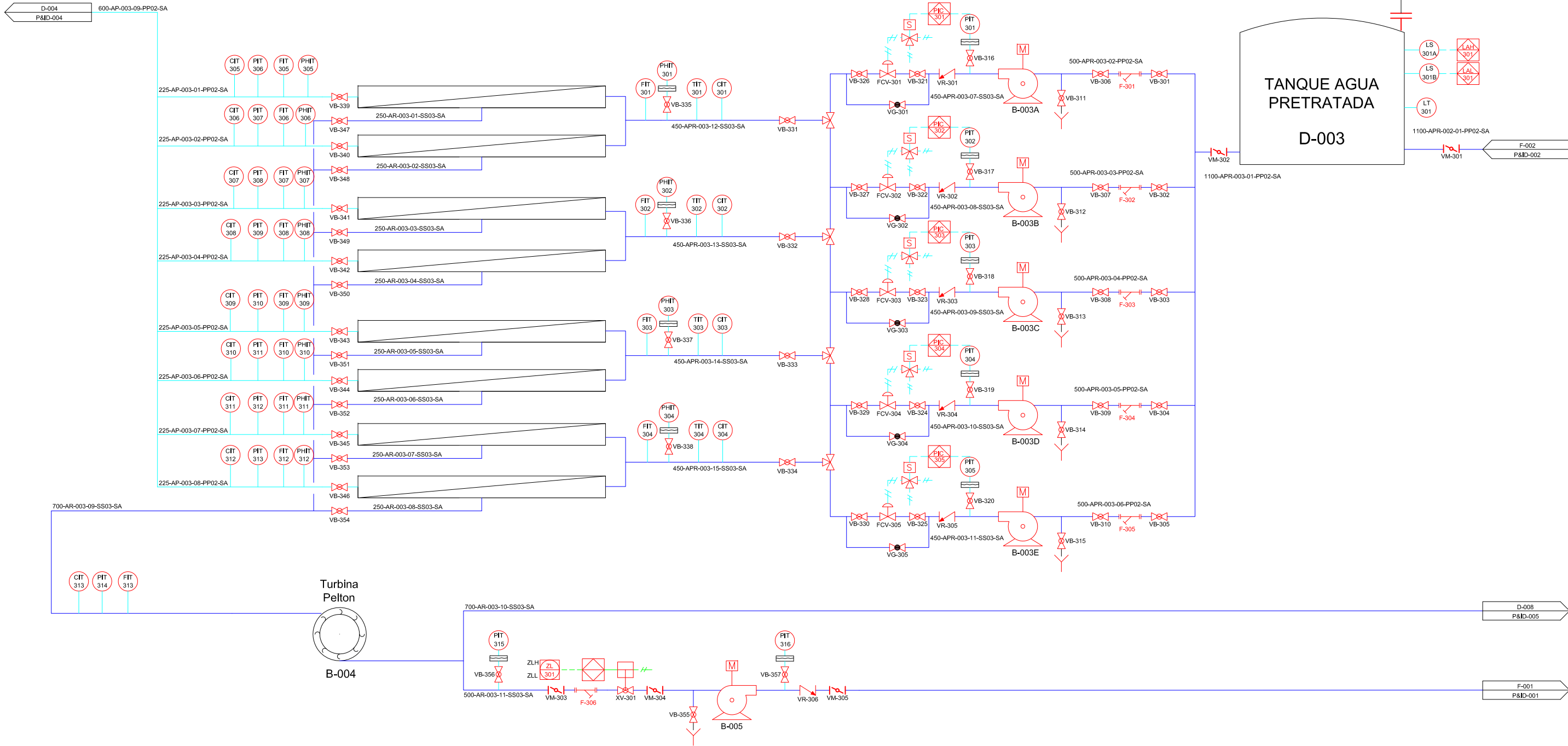


- LT Transmisor de nivel
LI Indicador de nivel
PHT Transmisor de pH
PHI Indicador de pH
LAH Alarma nivel alto
LAL Alarma nivel bajo
FIT Indicador-Transmisor de caudal
CIT Indicador-Transmisor de conductividad
PIT Indicador-Transmisor de presión
ORPI Indicador Potencial Redox

- Valvula on/off
Valvula de bola
Valvula de mariposa
Valvula antirretorno
Valvula de globo

- X - XXXX - XX - XXX - XX XXXX - XX
AISLAMIENTO
ESPECIFICACIÓN
NÚMERO DE LÍNEA
P&ID
FLUIDO
DIÁMETRO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	P&ID 002	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:					
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
5	Diagrama de instrumentación y control			S/D	A3
	P&ID 002				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

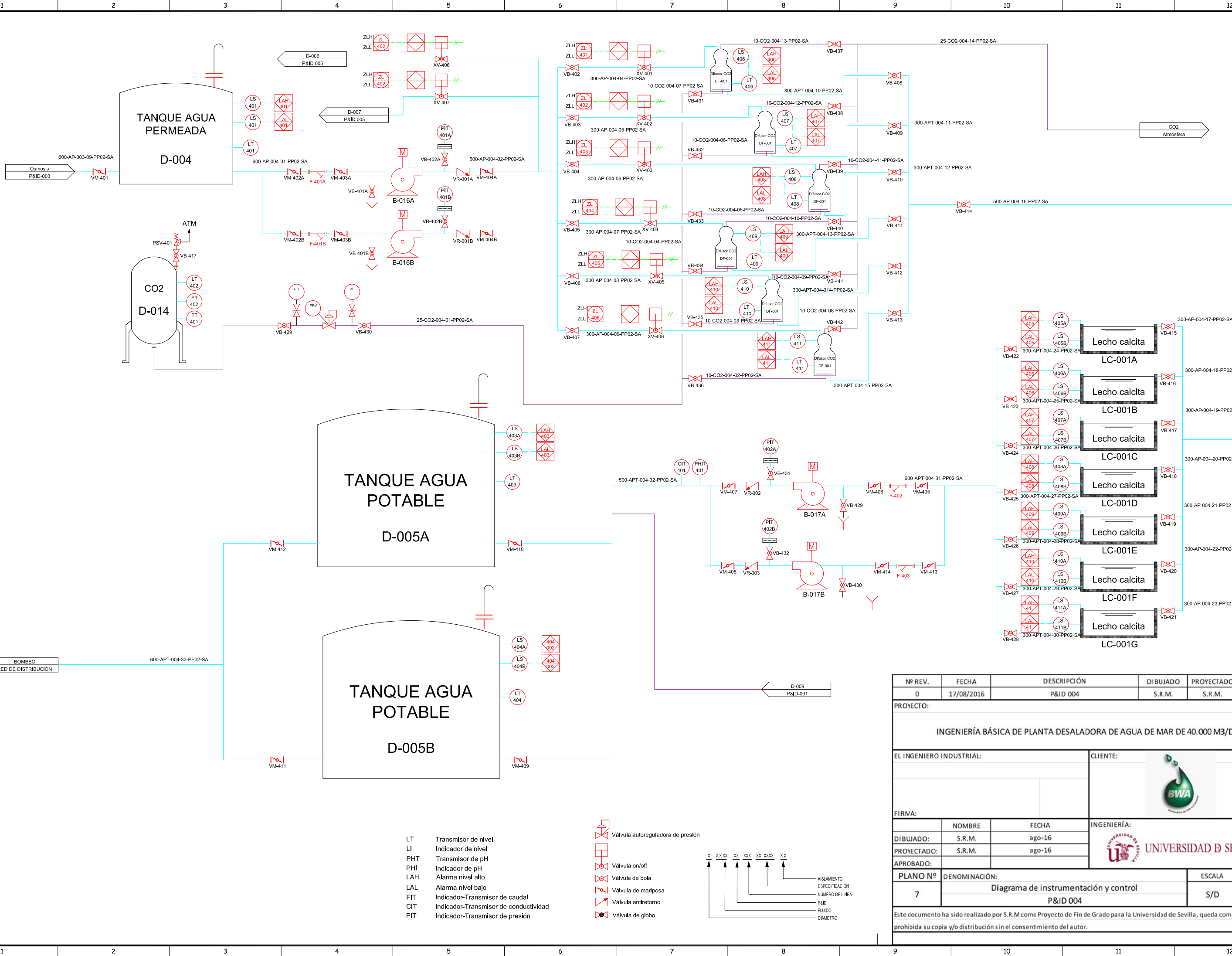


- LT Transmisor de nivel
LI Indicador de nivel
PHT Transmisor de pH
PHI Indicador de pH
LAH Alarma nivel alto
LAL Alarma nivel bajo
FIT Indicador-Transmisor de caudal
CIT Indicador-Transmisor de conductividad
PIT Indicador-Transmisor de presión

- Válvula on/off
Válvula de bola
Válvula de mariposa
Válvula aníretorno
Válvula de globo

- X - XXXX - XX - XXX - XX XXXX - XX
AISLAMIENTO
ESPECIFICACIÓN
NÚMERO DE LÍNEA
P&ID
FLUIDO
DIÁMETRO

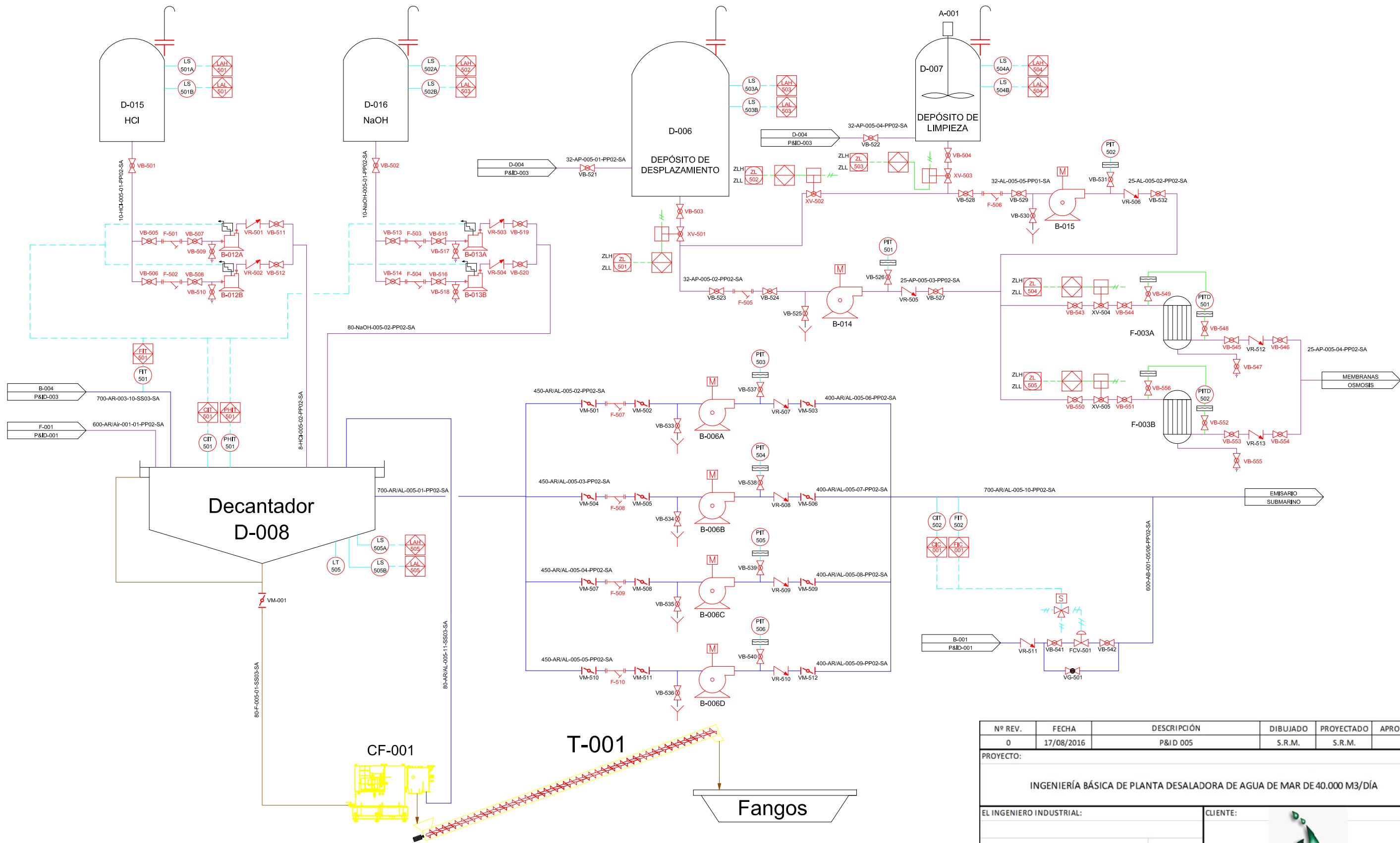
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	P&ID 003	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
6	Diagrama de instrumentación y control			S/D	A3
	P&ID 003				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



- LT Transmisor de nivel
- LI Indicador de nivel
- PHT Transmisor de pH
- PHI Indicador de pH
- LAH Alarma nivel alto
- LAL Alarma nivel bajo
- FIT Indicador-Transmisor de caudal
- CIT Indicador-Transmisor de conductividad
- PIT Indicador-Transmisor de presión

- Válvula autoreguladora de presión
 - Válvula on/off
 - Válvula de bola
 - Válvula de mariposa
 - Válvula antirretorno
 - Válvula de globo
- X - XXXX - XX - XXX - XX XXXX - XX
- AISLAMIENTO
 - ESPECIFICACIÓN
 - NÚMERO DE LÍNEA
 - P&ID
 - FLUIDO
 - DIÁMETRO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	P&ID 004	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:					
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
7	Diagrama de instrumentación y control		S/D	A3	
	P&ID 004				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

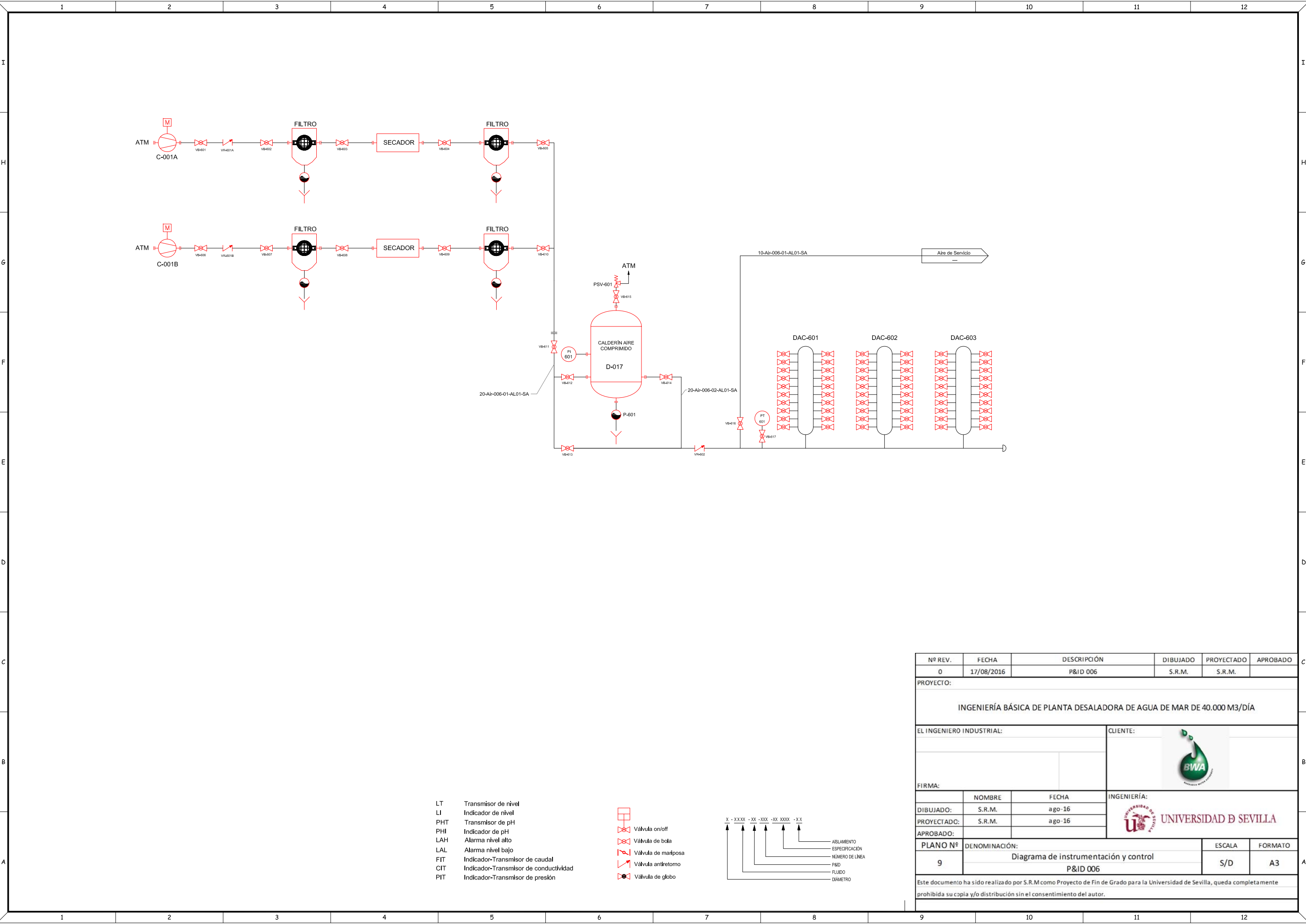


- LT Transmisor de nivel
LI Indicador de nivel
PHT Transmisor de pH
PHI Indicador de pH
LAH Alarma nivel alto
LAL Alarma nivel bajo
FIT Indicador-Transmisor de caudal
CIT Indicador-Transmisor de conductividad
PIT Indicador-Transmisor de presión

- Válvula on/off
Válvula de bola
Válvula de mariposa
Válvula antirretorno
Válvula de globo

- ISLAMIENTO
ESPECIFICACIÓN
NÚMERO DE LÍNEA
P&ID
FLUIDO
DIÁMETRO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	P&ID 005	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
<div></div>			<div></div>		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	<div> UNIVERSIDAD DE SEVILLA</div>		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
8	Diagrama de instrumentación y control			S/D	A3
P&ID 005					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



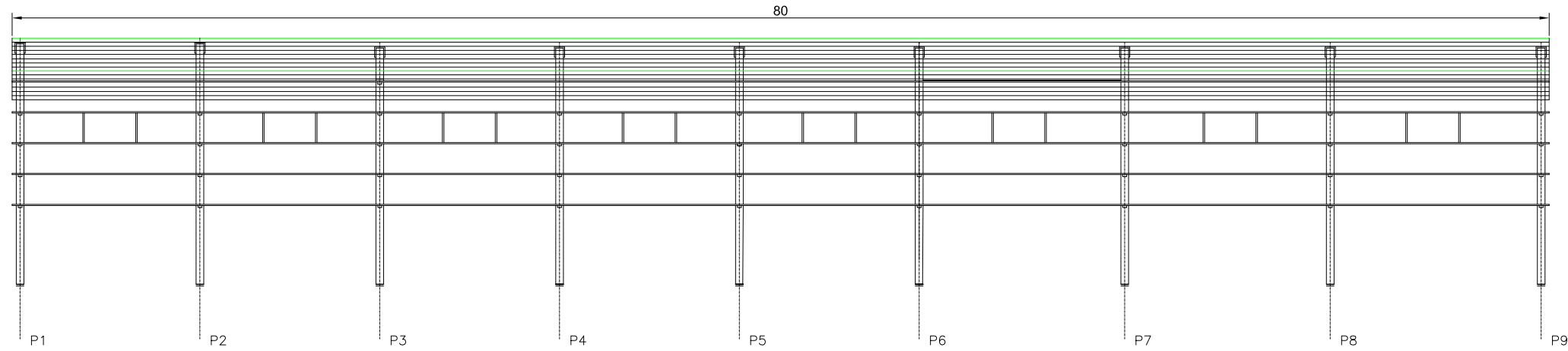
- LT Transmisor de nivel
- LI Indicador de nivel
- PHT Transmisor de pH
- PHI Indicador de pH
- LAH Alarma nivel alto
- LAL Alarma nivel bajo
- FIT Indicador-Transmisor de caudal
- CIT Indicador-Transmisor de conductividad
- PIT Indicador-Transmisor de presión

- Válvula on/off
- Válvula de bola
- Válvula de mariposa
- Válvula antirretorno
- Válvula de globo

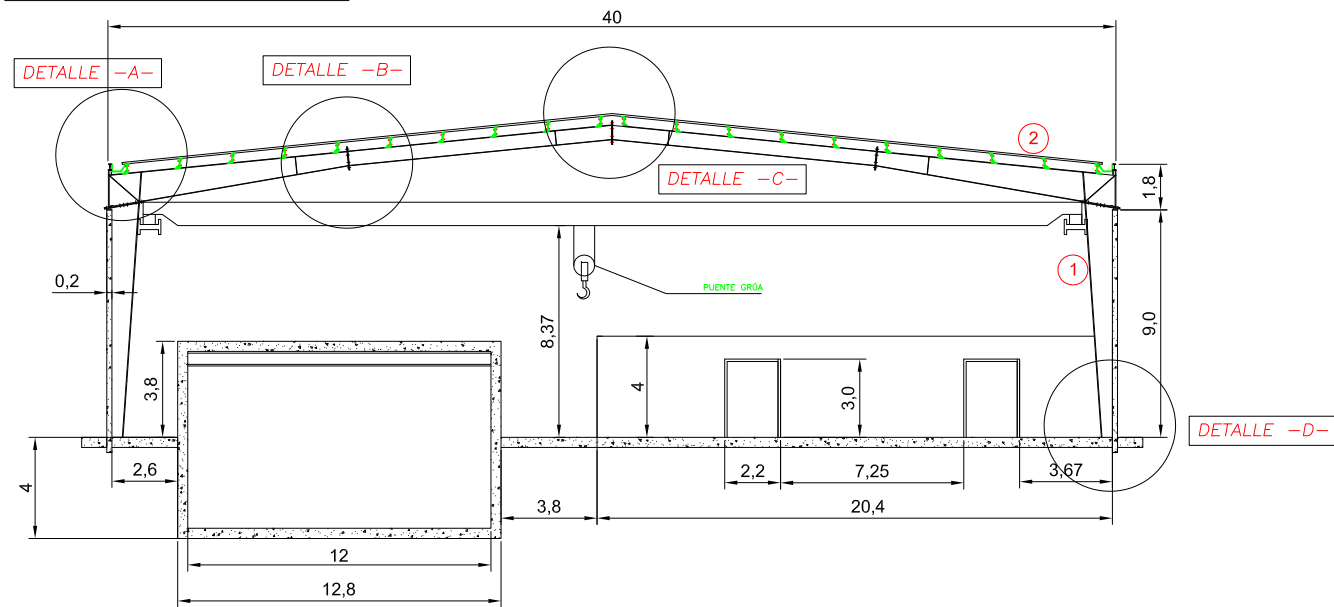
- ISLAMIENTO
- ESPECIFICACIÓN
- NÚMERO DE LÍNEA
- P&ID
- FLUIDO
- DIÁMETRO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	P&ID 006	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:					
NOMBRE			INGENIERÍA:		
FECHA					
DIBUJADO: S.R.M. ago-16					
PROYECTADO: S.R.M. ago-16					
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
9	Diagrama de instrumentación y control			S/D	A3
			P&ID 006		
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					


SECCIÓN B-B



SECCIÓN A-A



LEYENDA

Hormigón HA 25 kg/cm2

1

Perfil IPE normalizado de acero A42b de sección variable

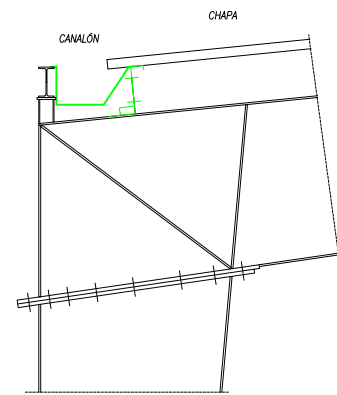
2

Chapa acero galvanizada 8 mm

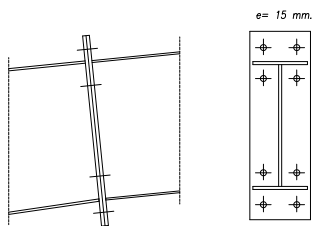
3

Chapa acero galvanizada 6 mm

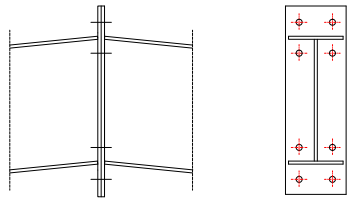
EDIFICIO OSMOSIS



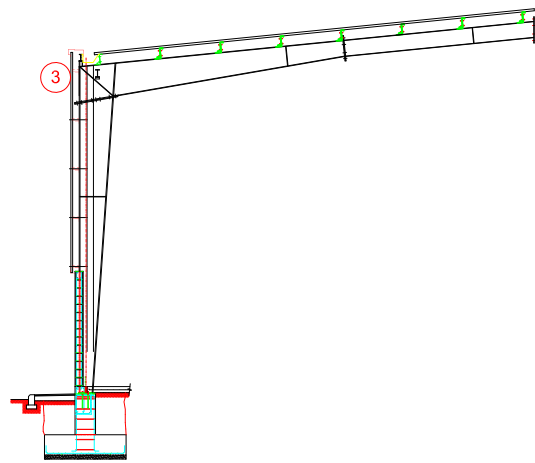
DETALLE -A-



DETALLE -B-



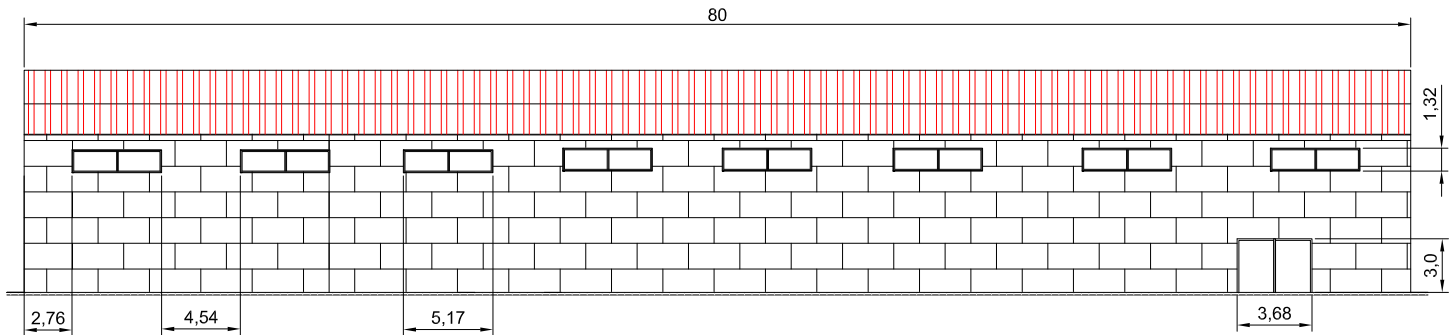
DETALLE -C-



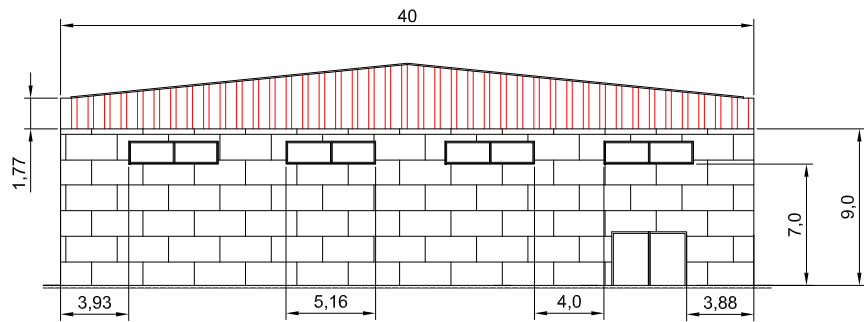
DETALLE -D-

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO	
0	17/08/2016	EDIF_001	S.R.M.	S.R.M.		
PROYECTO:						
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA						
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:			
						
FIRMA:			INGENIERÍA:			
	NOMBRE	FECHA				
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16				
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16				
APROBADO:						
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:				ESCALA	FORMATO
10	Planos Constructivos Edificios				S/D	A3
	Edificio de osmosis					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.						

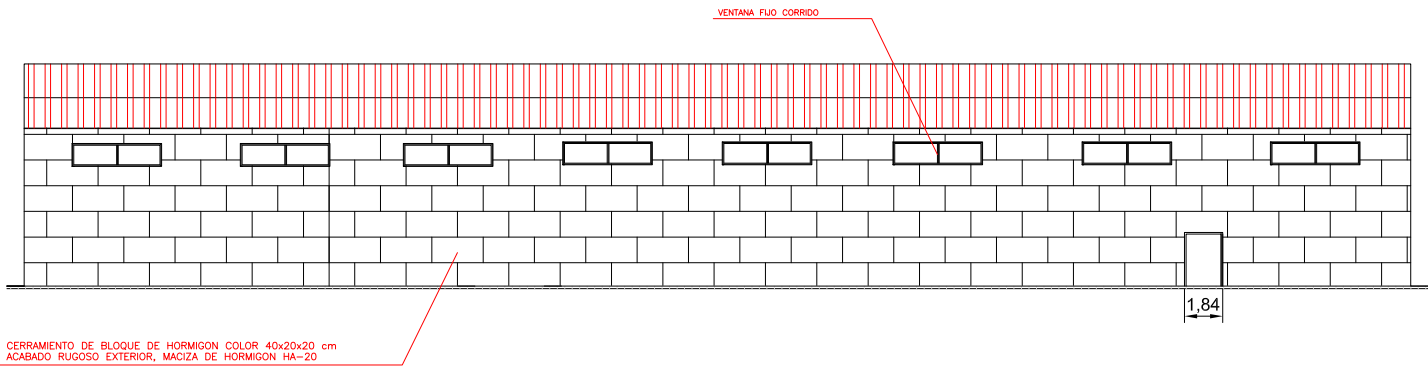
CARA SUR



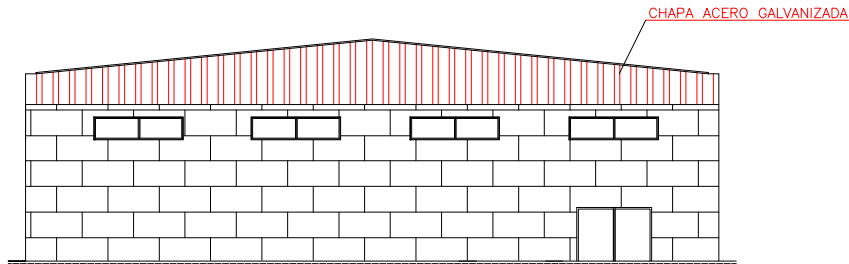
CARA OESTE



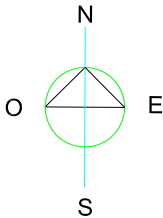
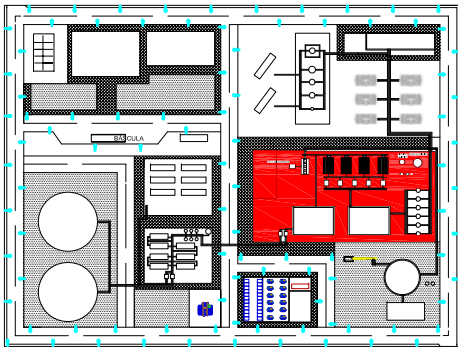
CARA NORTE



CARA ESTE

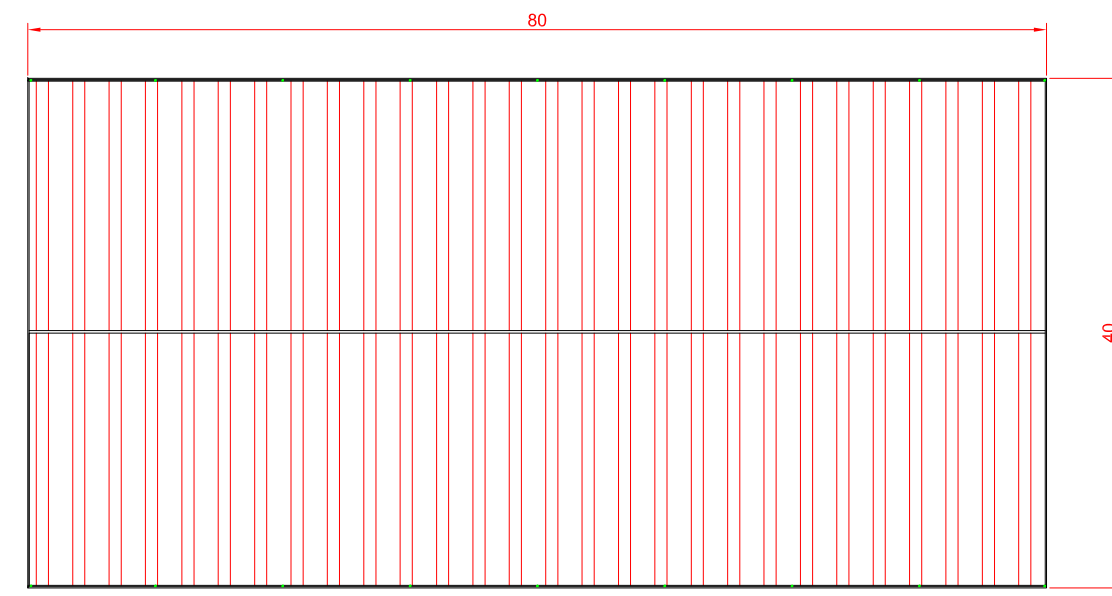
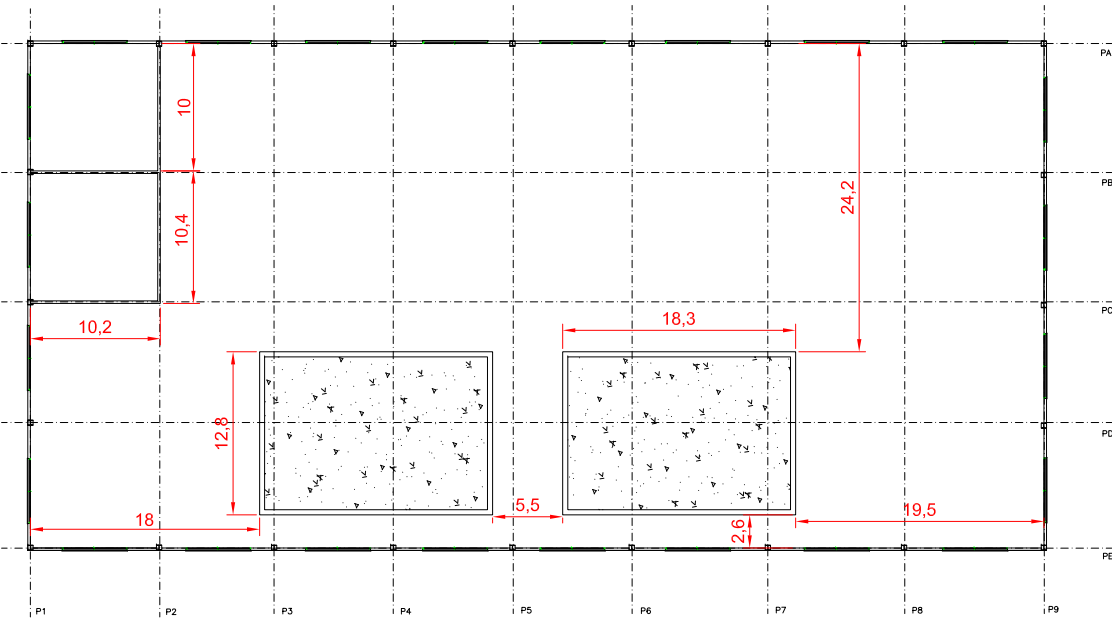


Plano llave

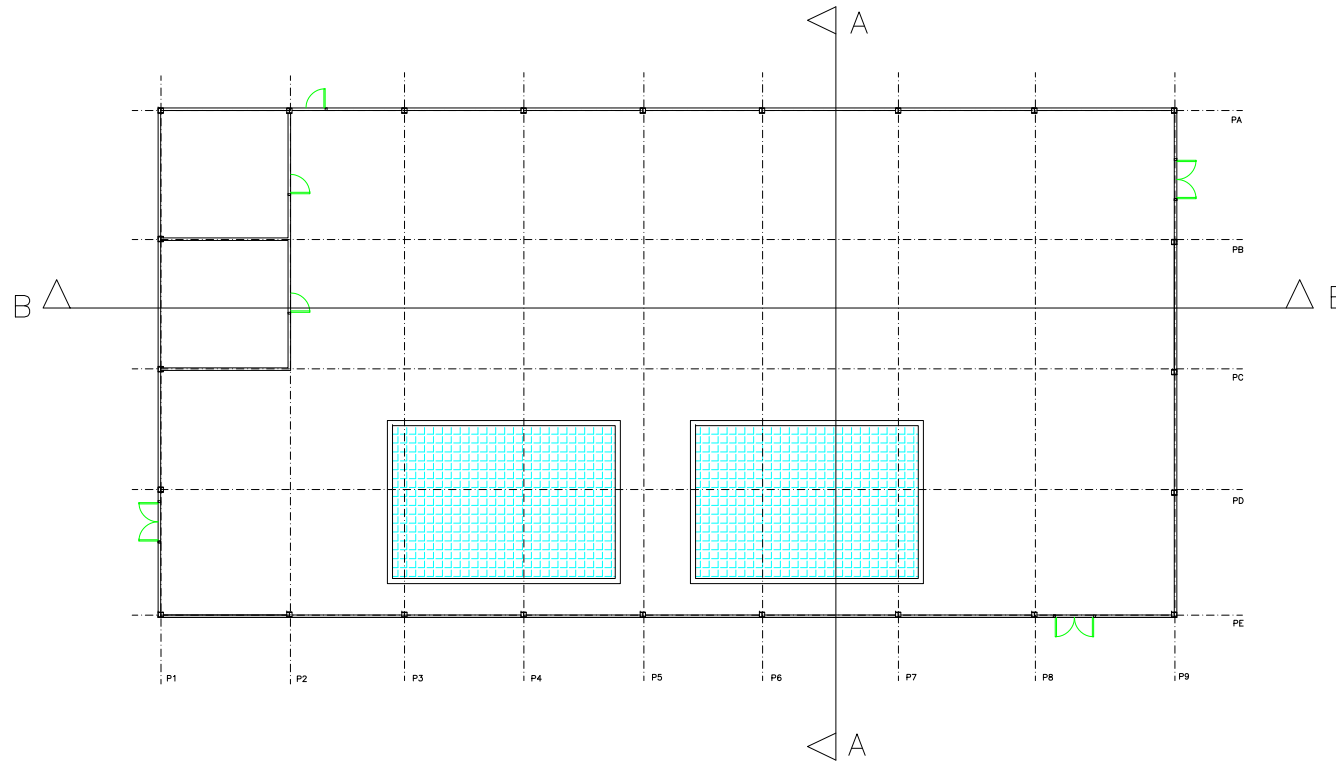


EDIFICIO OSMOSIS


Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO	
0	17/08/2016	EDIF_002	S.R.M.	S.R.M.		
PROYECTO:						
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA						
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:			
						
FIRMA:			INGENIERÍA:			
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA			
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16				
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16				
APROBADO:						
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:				ESCALA	FORMATO
11	Planos Constructivos Edificios				S/D	A3
	Edificio de osmosis					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.						





EDIFICIO OSMOSIS



LEYENDA

 Agua

 Hormigón

 Tejado

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_003	S.R.M.	S.R.M.	

PROYECTO:

INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA

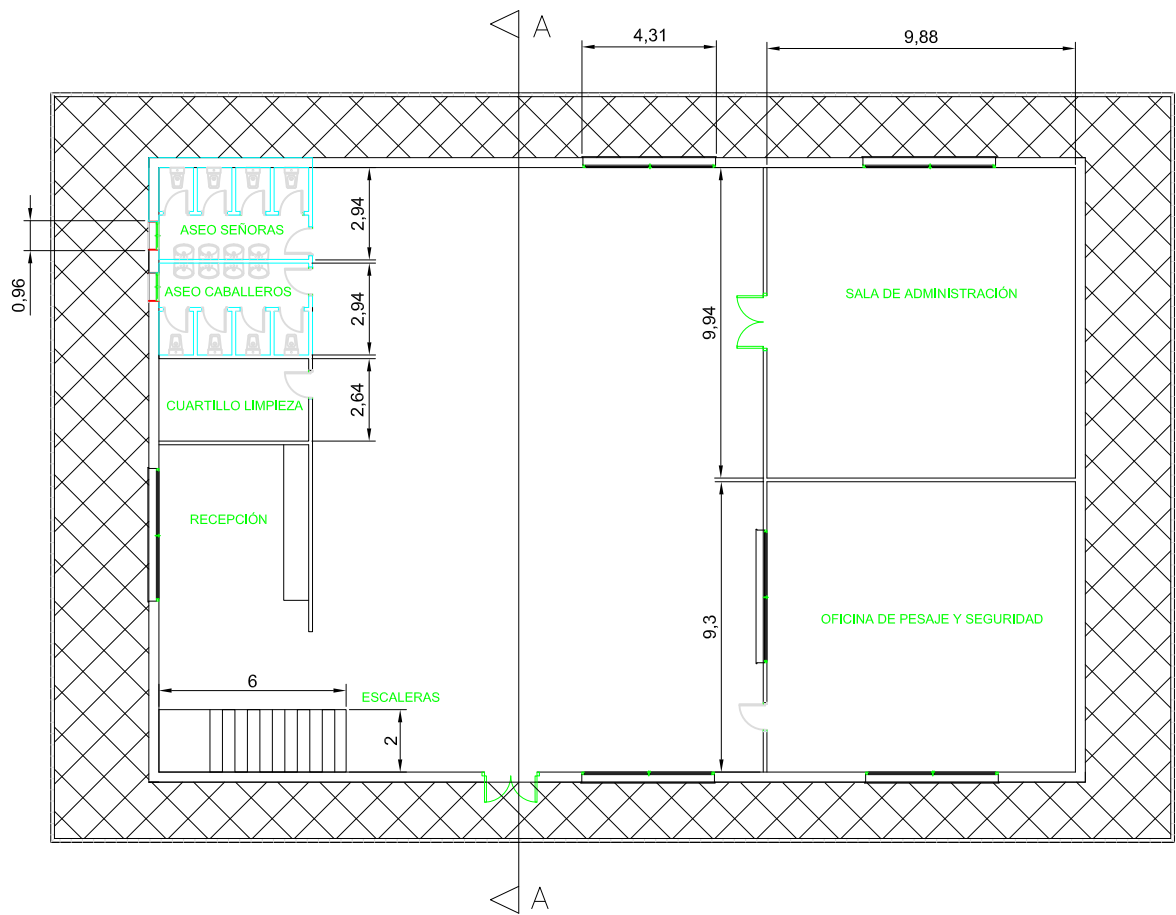
EL INGENIERO INDUSTRIAL:		CLIENTE:
		

FIRMA:	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA:
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16	
APROBADO:			

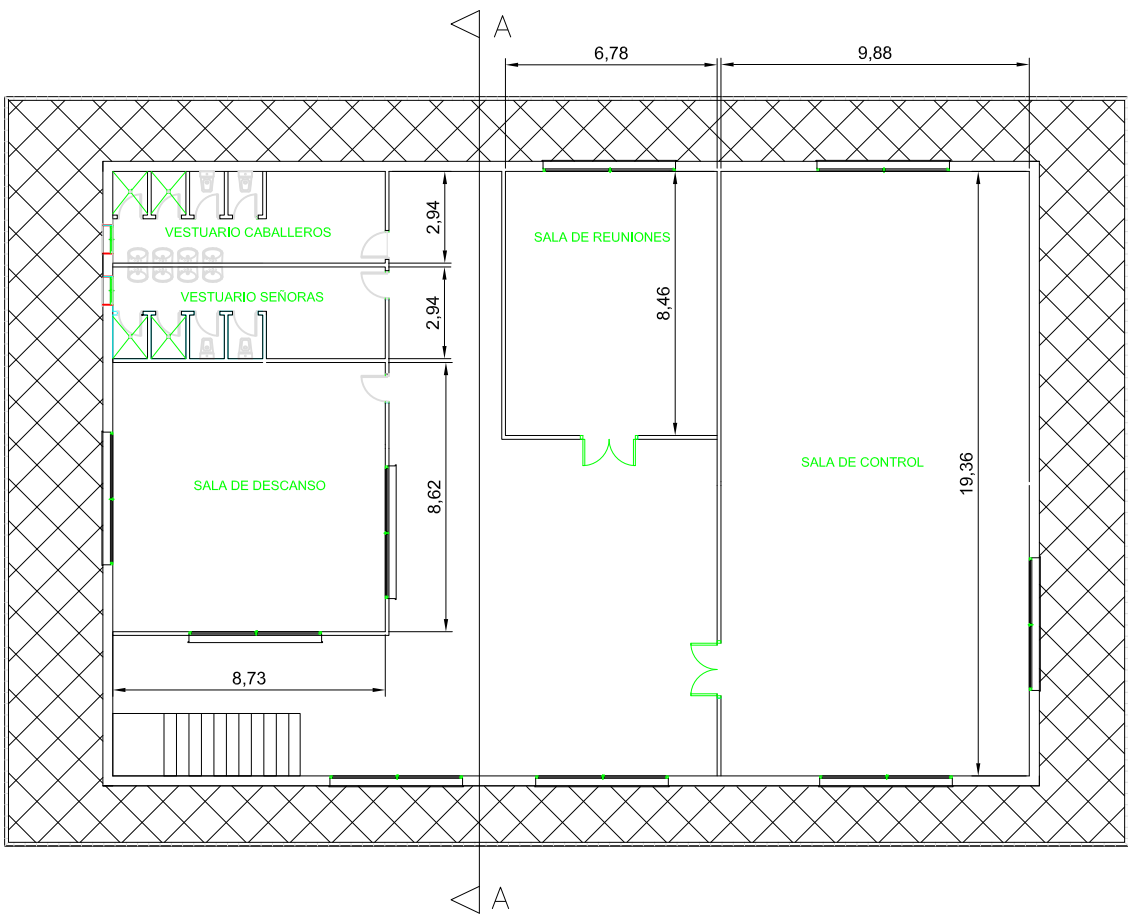
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:	ESCALA	FORMATO
12	Planos Constructivos Edificios Edificio de osmosis	S/D	A3

Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



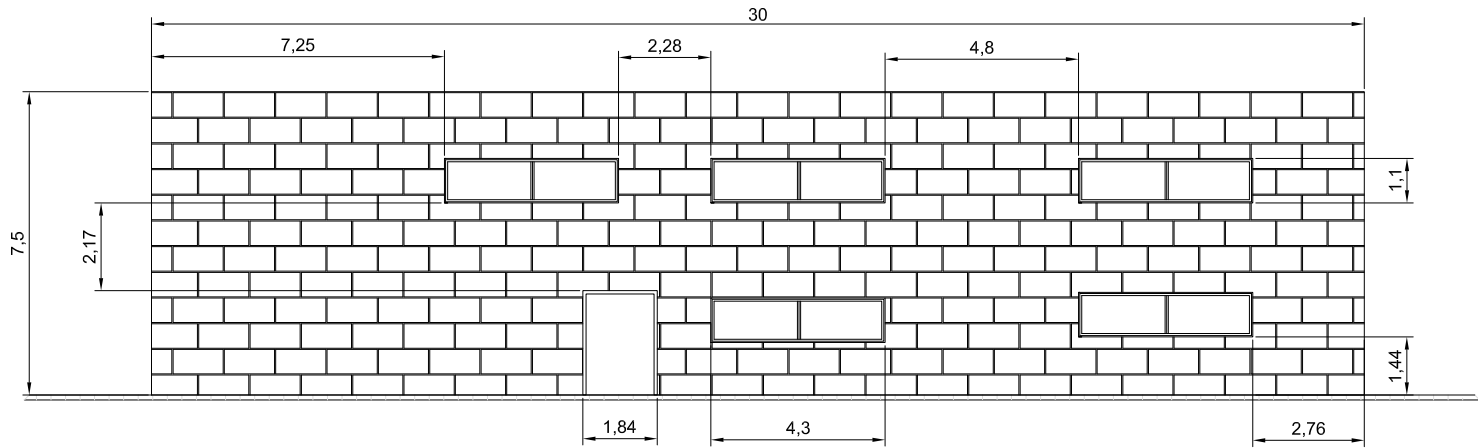
LEYENDA

Acerado

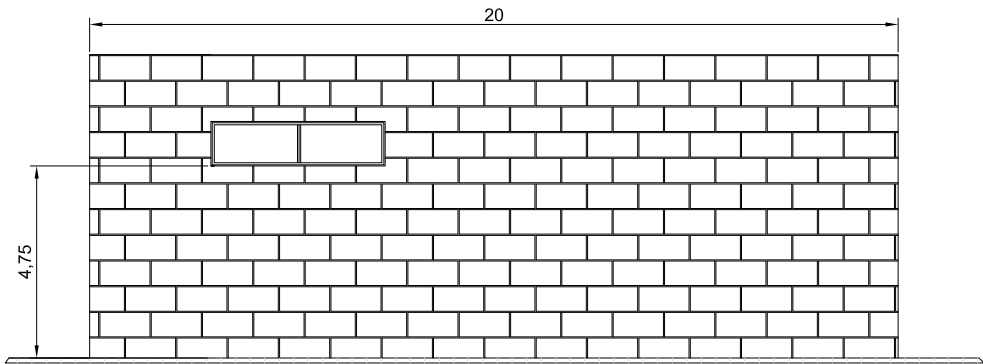
SALA ADMINISTRACIÓN	Su = 100 m2.
OFICINA PESAJE Y SEGURIDAD	Su = 100 m2.
RECEPCIÓN	Su = 40,8 m2.
SALA CONTROL	Su = 200 m2.
VESTUARIO SEÑORAS	Su = 26,1 m2.
VESTUARIO CABALLEROS	Su = 26,1 m2.
SALA DE REUNIONES	Su = 57,0 m2.
SALA DESCANSO	Su = 75,0 m2.
ASEO SEÑORAS	Su = 12,38 m2.
ASEO CABALLEROS	Su = 12,38 m2.
CUARTILLO LIMPIEZA	Su = 12,5 m2.
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	= 662,26 m2.
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	= 800 m2.

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_004	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
13	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Edificio de oficinas				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

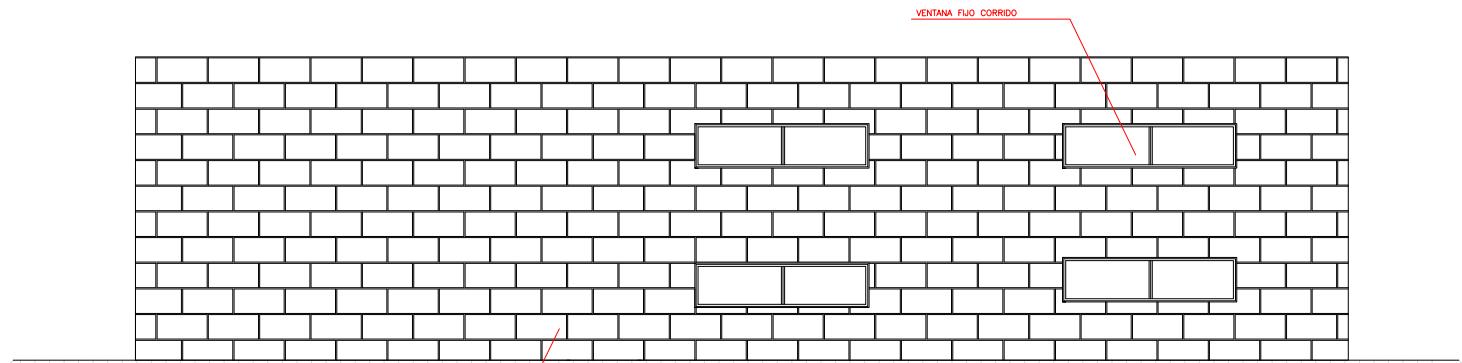
CARA SUR



CARA ESTE

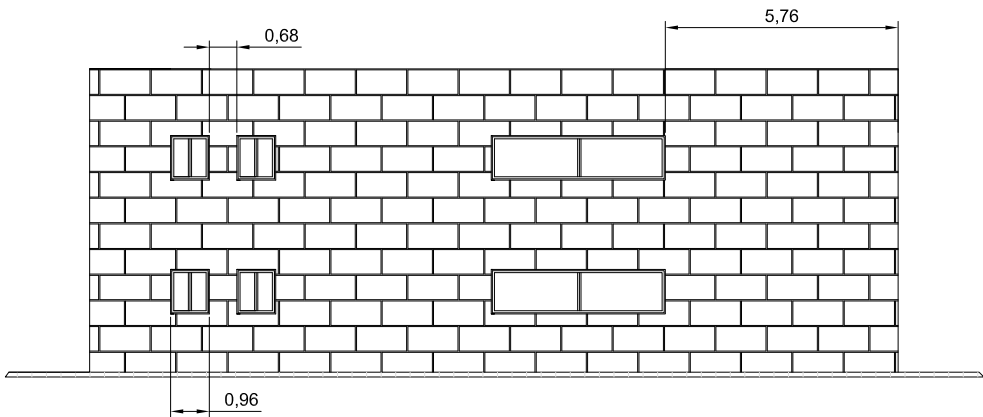


CARA NORTE

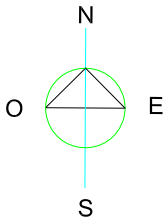
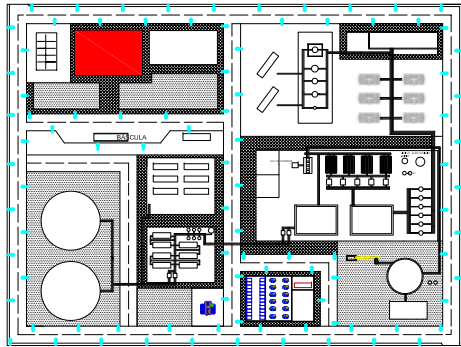


CERRAMIENTO DE BLOQUE DE HORMIGÓN COLOR 40x20x20 cm
ACABADO RUGOSO EXTERIOR, MACIZA DE HORMIGÓN HA-20

CARA OESTE



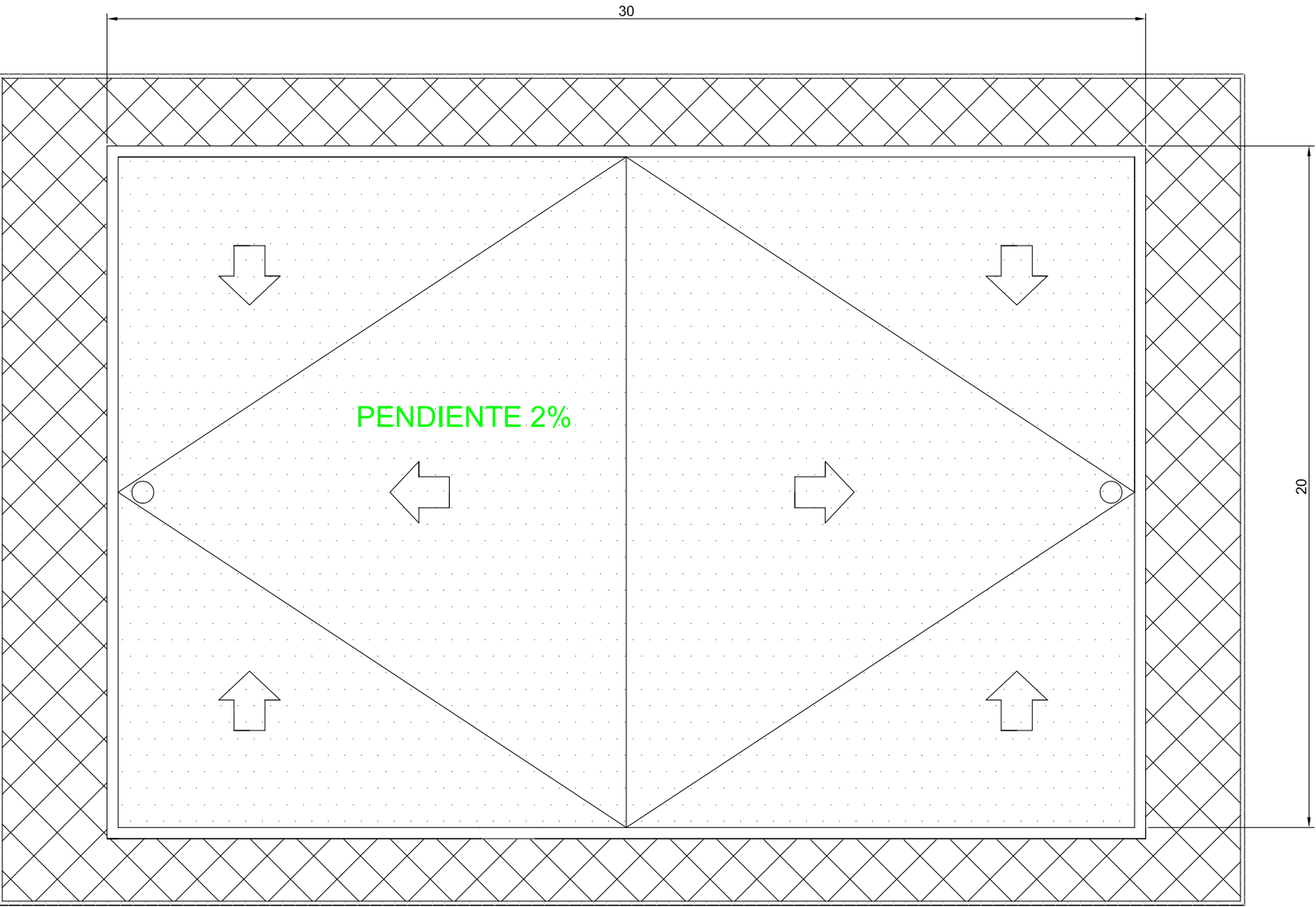
Plano llave








EDIFICIO DE
CONTROL Y OFICINAS

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_005	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:	S.R.M.	ago-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:				ESCALA
14	Planos constructivos edificios Edificio de oficinas				S/D
				FORMATO	A3
Este documento ha sido realizado por S.R.M. como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

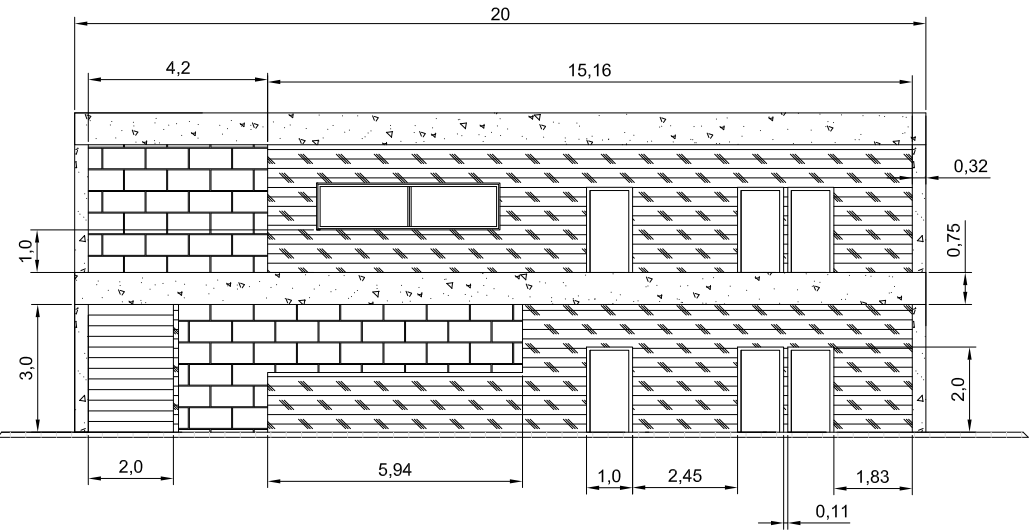
CUBIERTA



LEYENDA

-  Acerado
-  Tejado
-  Pared ext.
-  Pared int.
-  Hormigón

SECCIÓN A-A



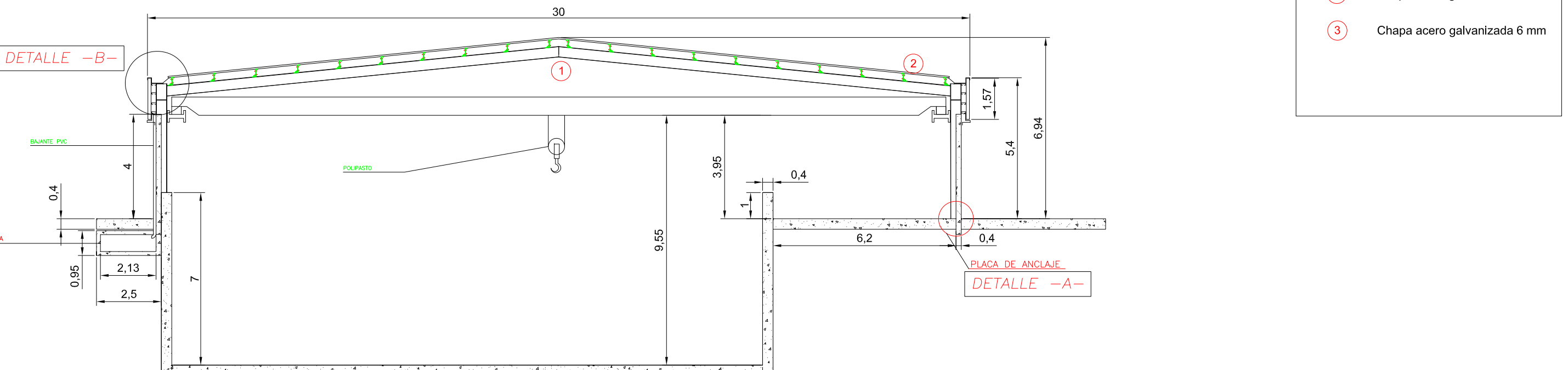
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_006	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:	S.R.M.	ago-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
15	Planos constructivos edificios		S/D	A3	
	Edificio de oficinas				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----



SECCION A-A

2 Chapa acero galvanizada 8 mm



Hormigón HA 25 kg/cm²

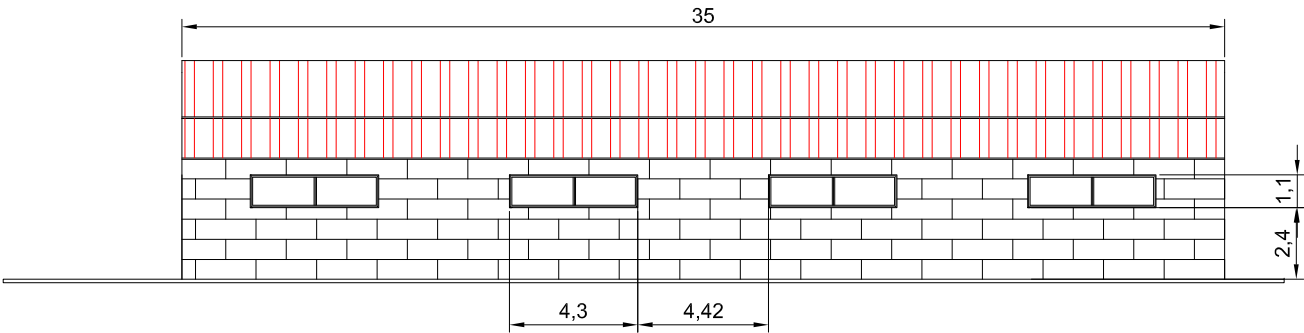
- 1 Perfil IPE normalizado de acero A42b
- 2 Chapa acero galvanizada 8 mm
- 3 Chapa acero galvanizada 6 mm

Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completa y exclusivamente reservada para su autor, quedando prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.

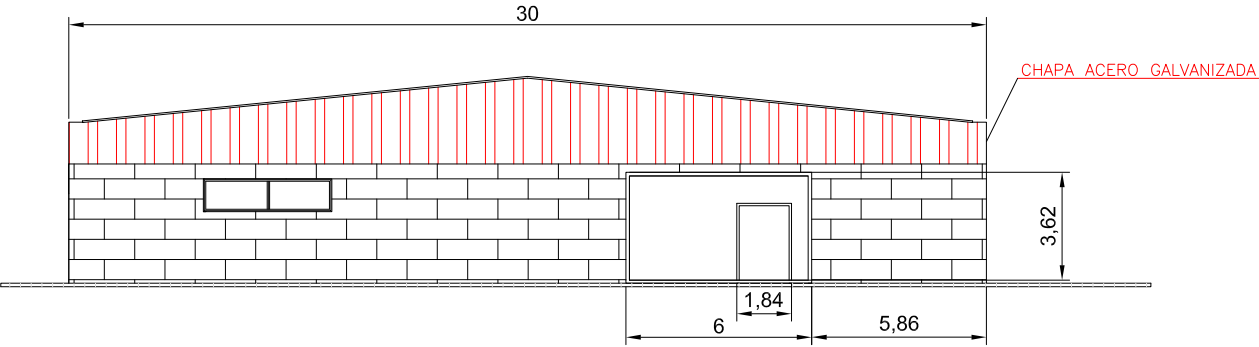


Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_007	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA			
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
16	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Cántara de captación				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

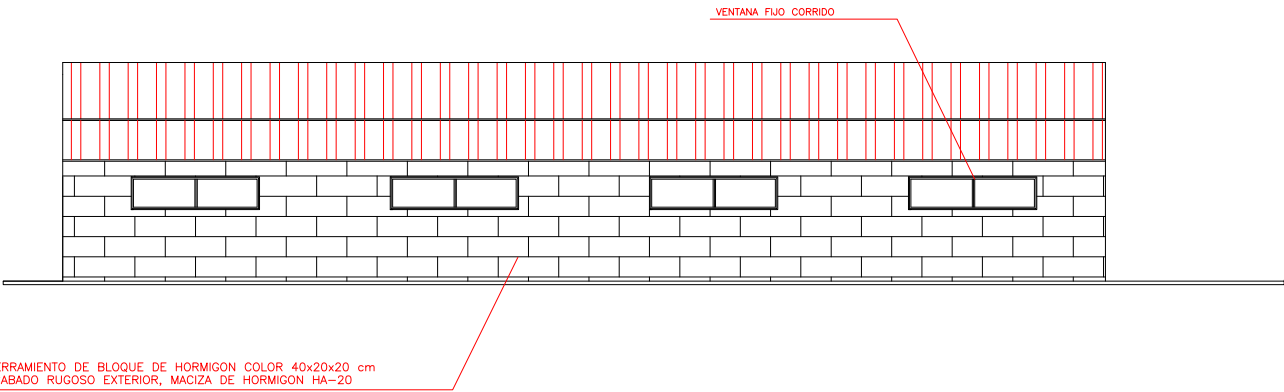
CARA NORTE



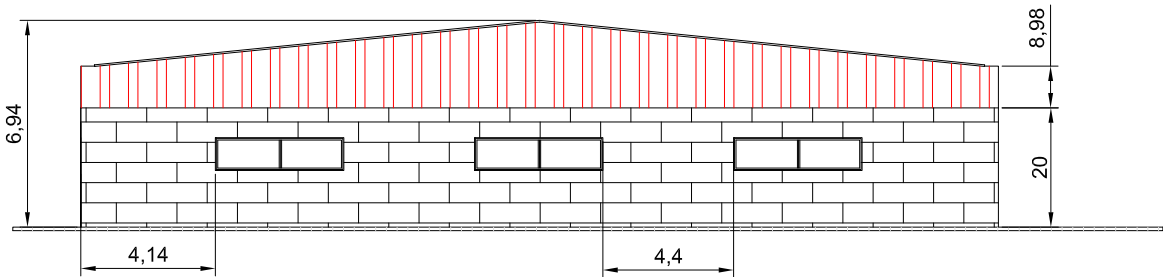
CARA OESTE



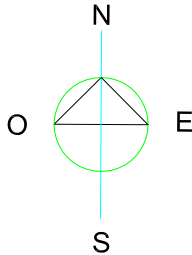
CARA SUR



CARA ESTE

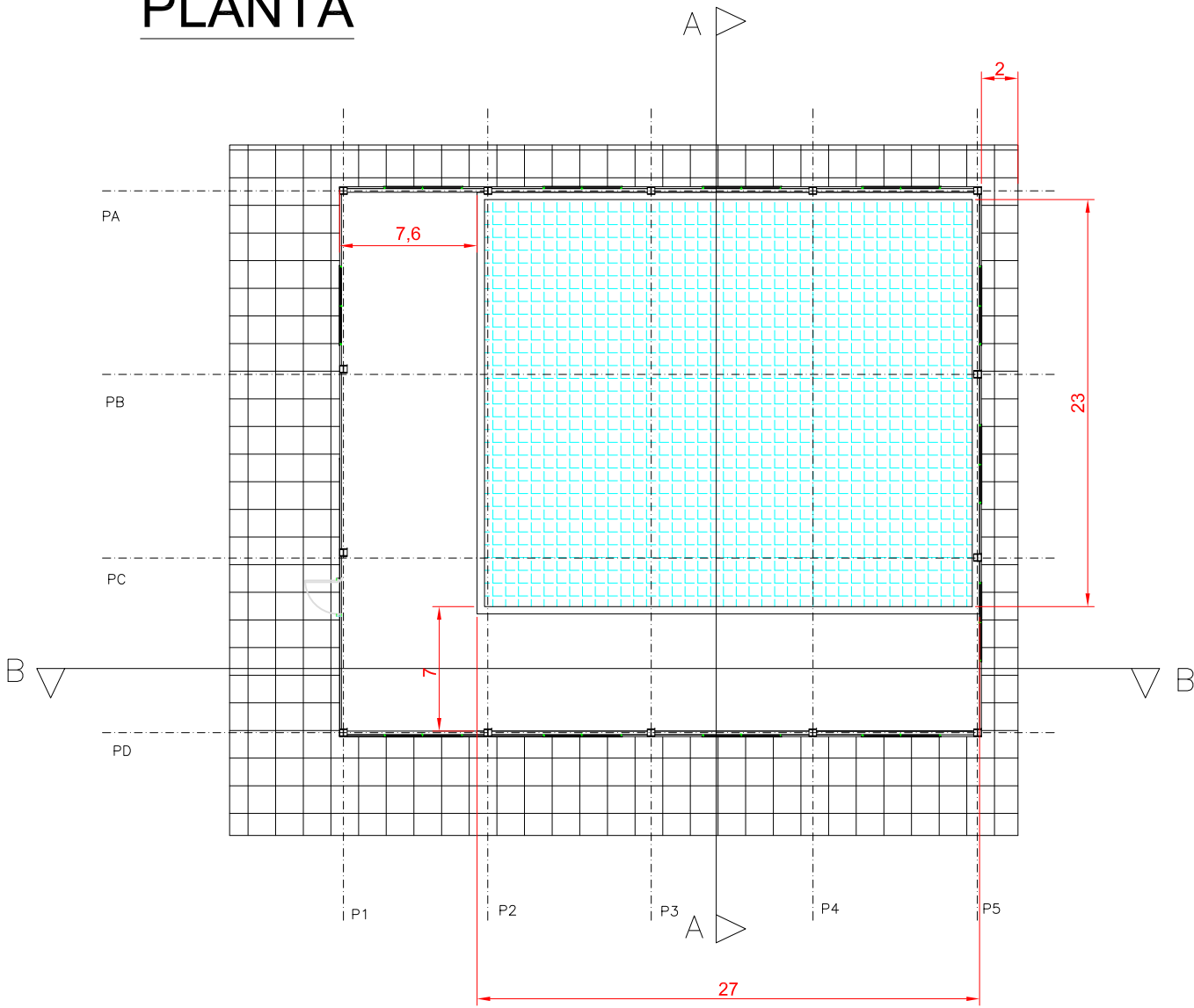


CÁNTARA DE CAPTACIÓN



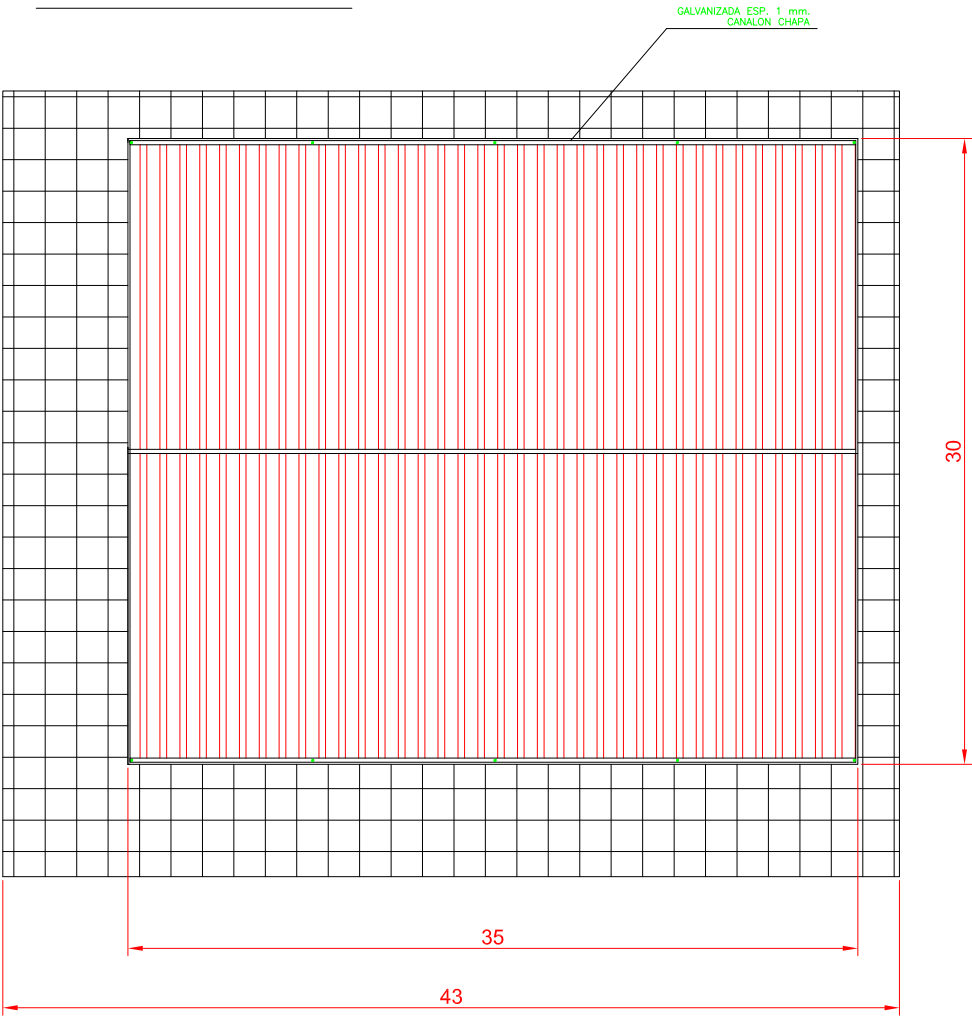
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_008	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD D SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
17	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Cántara de captación				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

PLANTA



CÁNTARA DE
CAPTACIÓN

CUBIERTA



LEYENDA



Agua



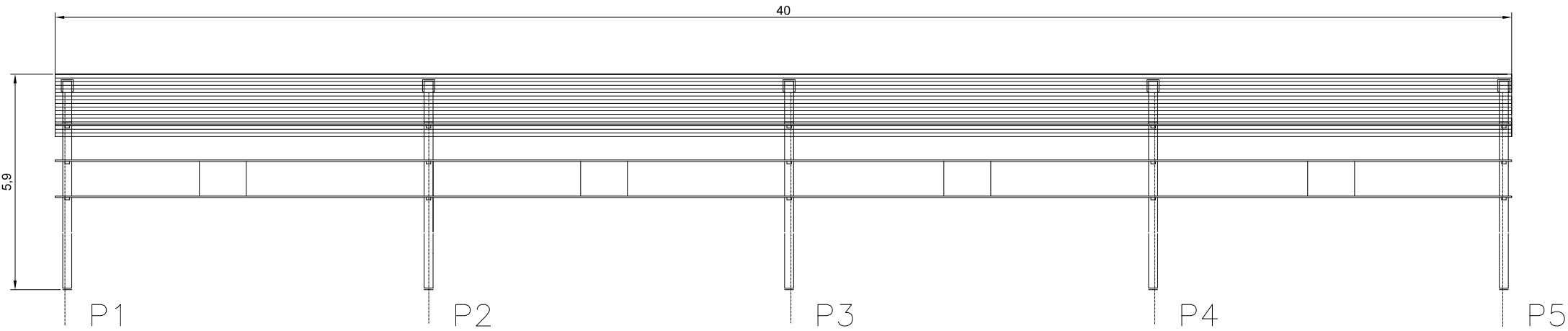
Acerado



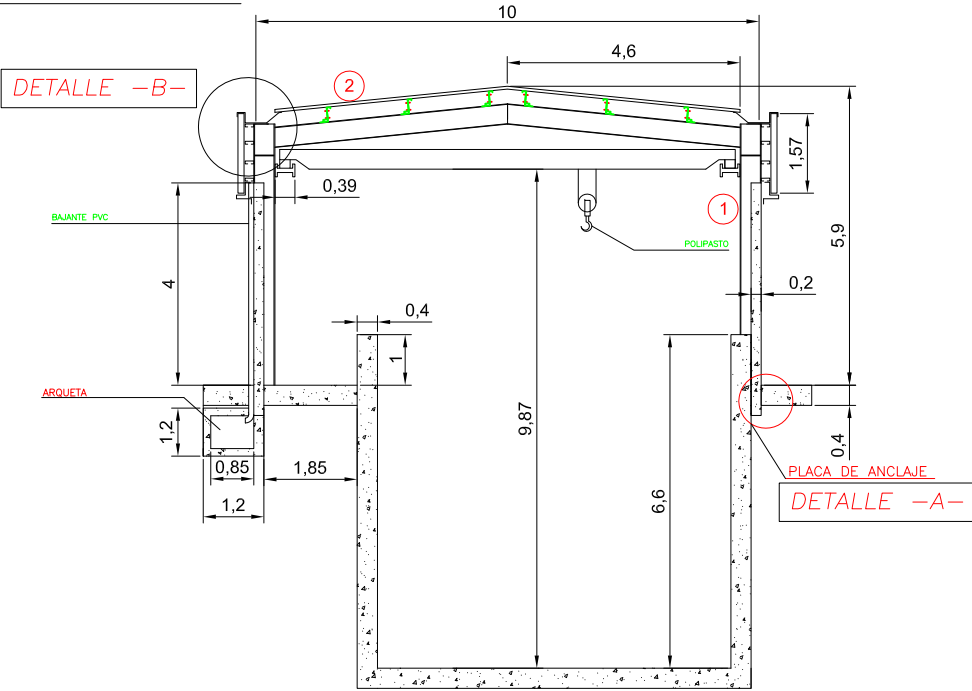
Tejado

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_009	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
18	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Cántara de captación				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

SECCIÓN B-B



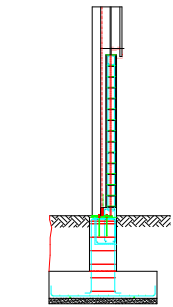
SECCIÓN A-A



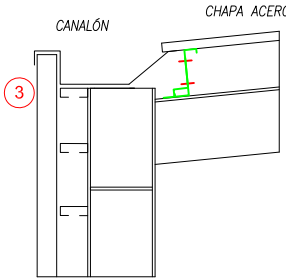
LEYENDA

- Hormigón HA 25 kg/cm2
- 1 Perfil IPE normalizado de acero A42b
- 2 Chapa acero galvanizada 8 mm
- 3 Chapa acero galvanizada 6 mm

POZO DE BOMBEO



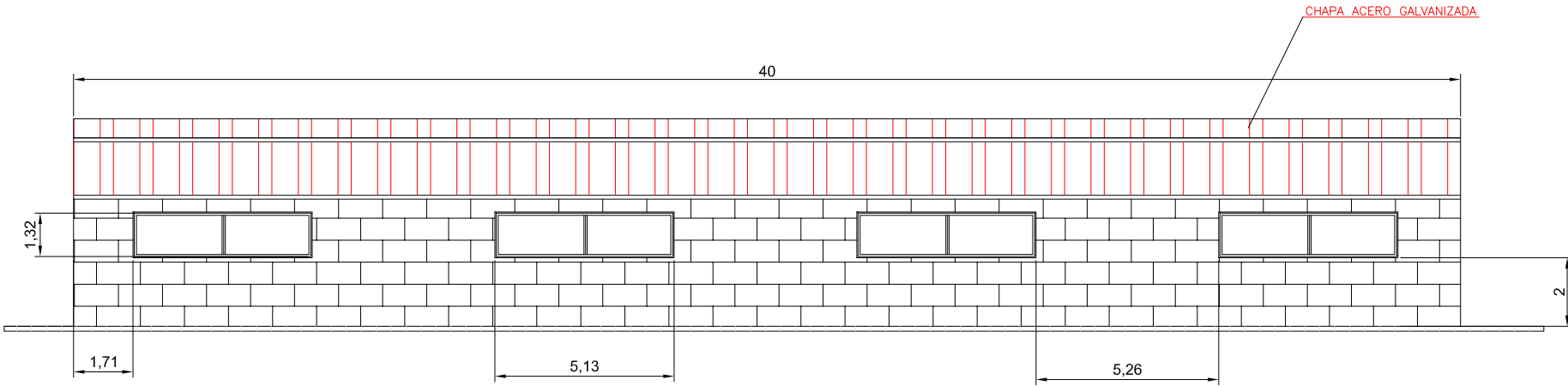
DETALLE -A-



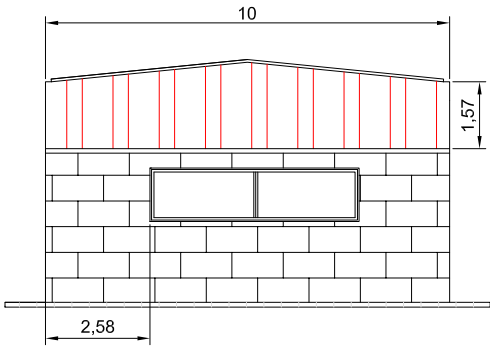
DETALLE -B-

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_010	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA			
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANONº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
19	Planos constructivos edificios			S/D	A3
Pozo de bombeo					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

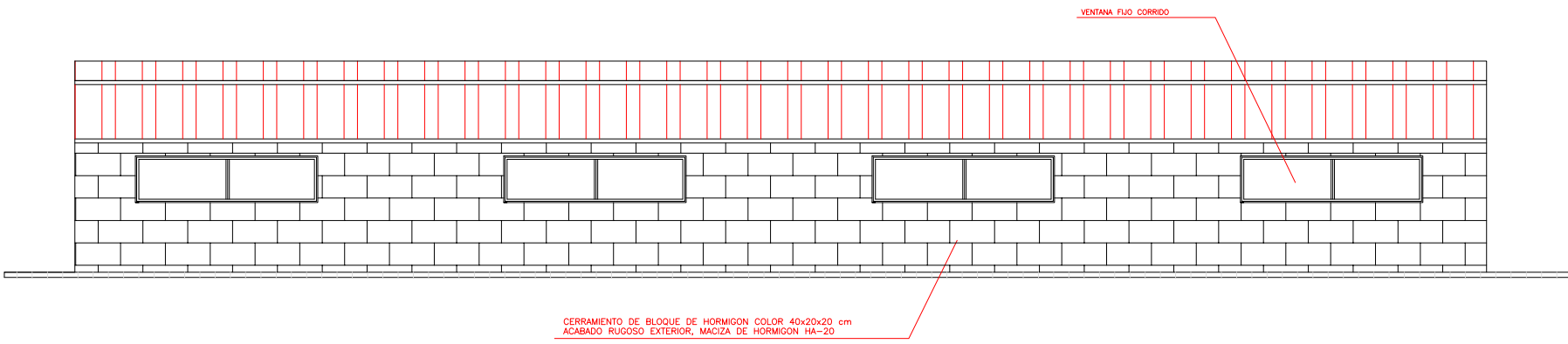
CARA NORTE



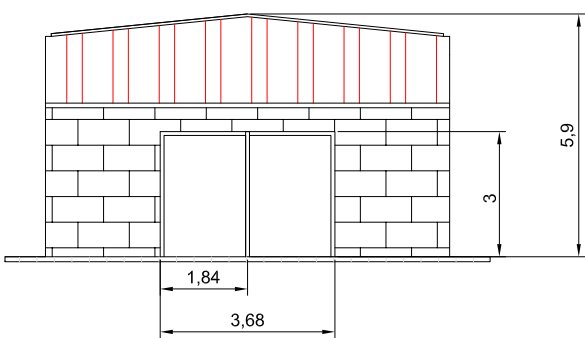
CARA ESTE



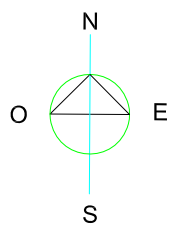
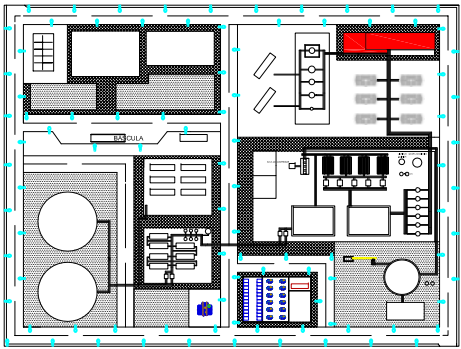
CARA SUR



CARA OESTE



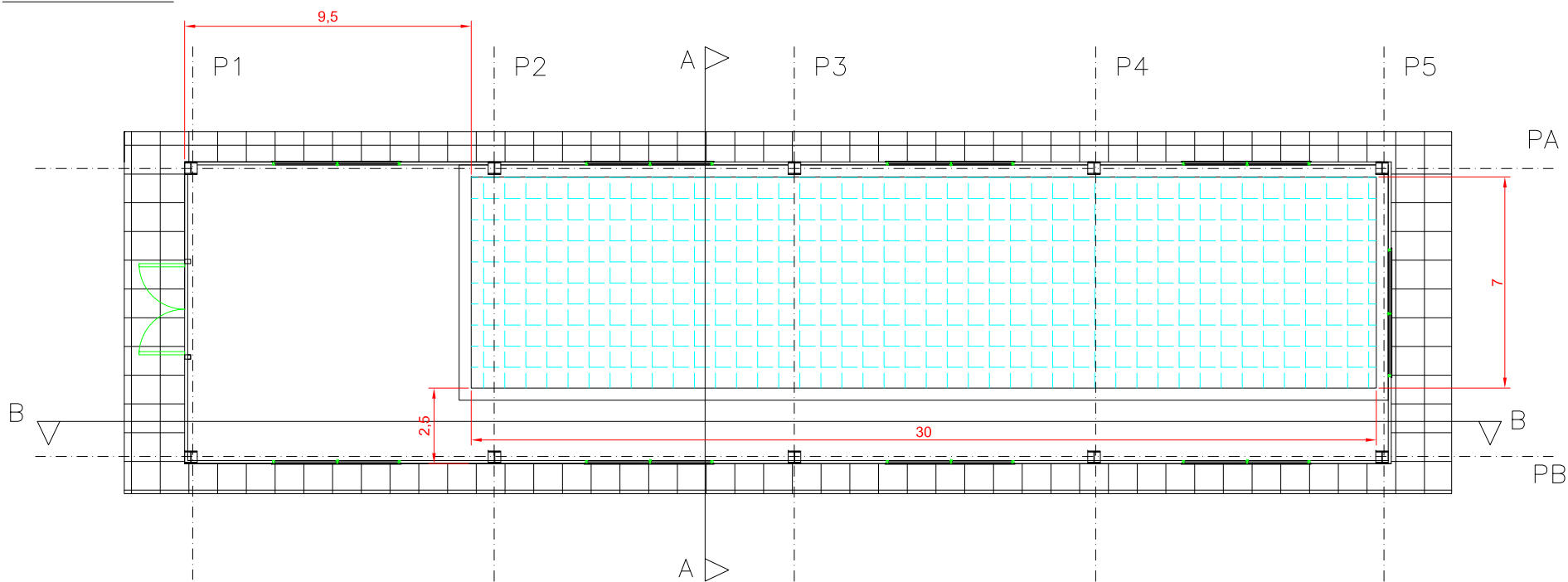
Plano llave




POZO DE BOMBEO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_011	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA			
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
20	Planos constructivos edificios		S/D	A3	
	Pozo de bombeo				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					


PLANTA




LEYENDA



Agua

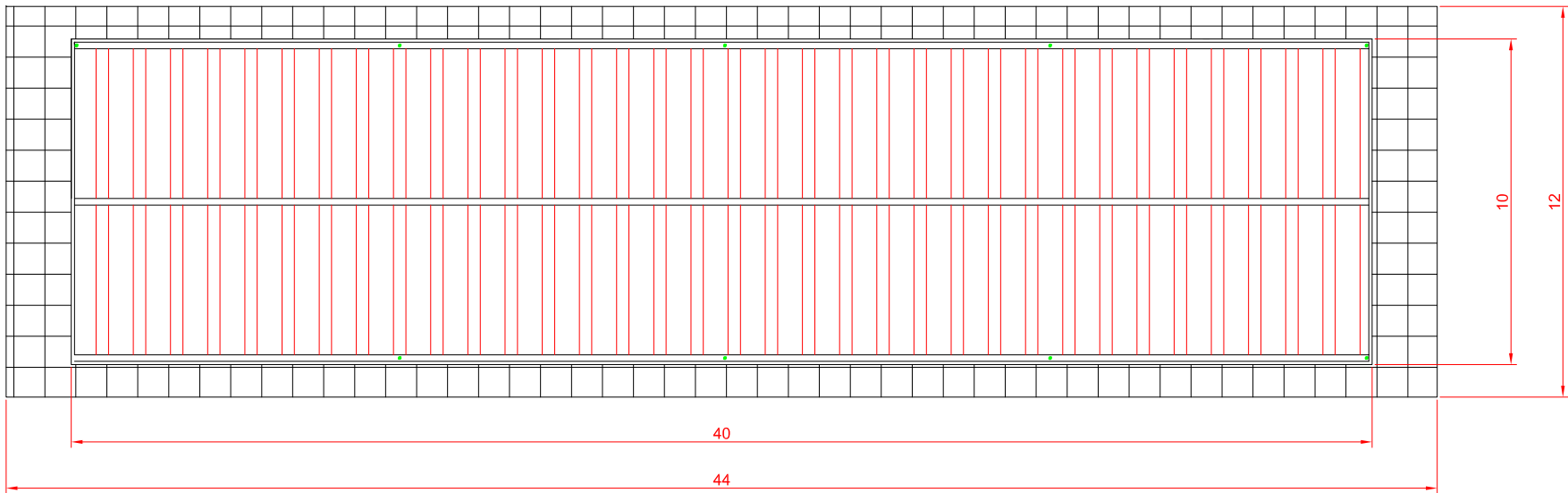


Acerado



Tejado

CUBIERTA



POZO DE BOMBEO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_012	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA		FORMATO
21	Planos constructivos edificios		S/D		A3
	Pozo de bombeo				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

SECCIÓN A-A

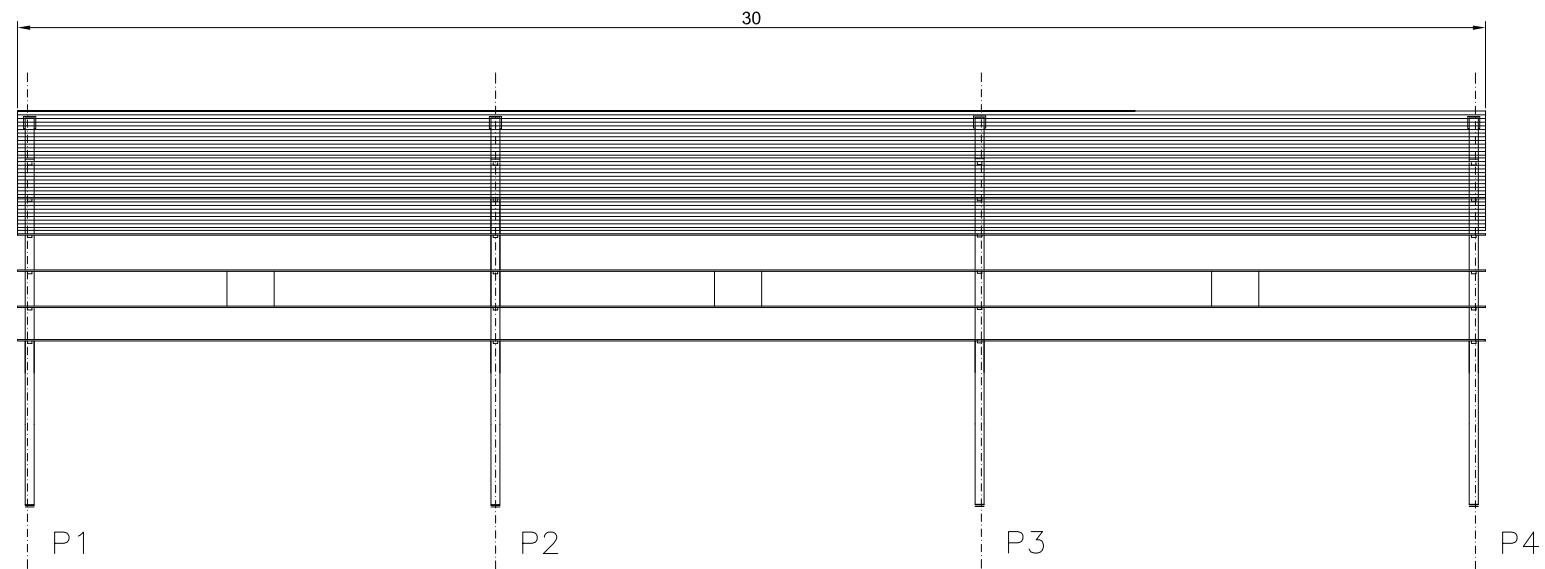
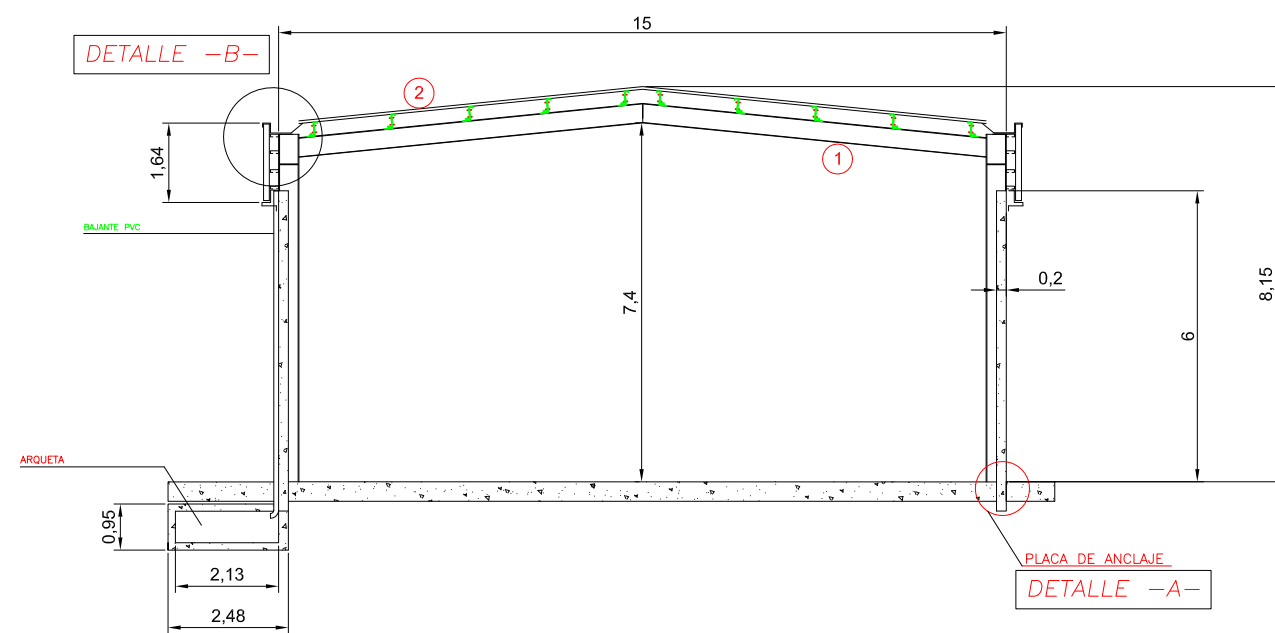
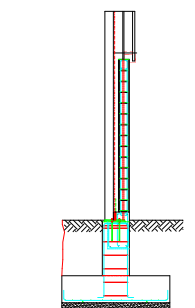


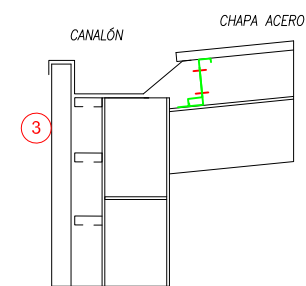
Diagrama de detalle de la conexión entre la viga y la columna. Se muestra un perfil IPE normalizado de acero A42b (1) conectado a una chapa de acero galvanizada de 8 mm (2) que se solda a la columna. La columna es de hormigón HA 25 kg/cm2. Se indica una longitud de 10 cm para la parte superior de la columna.



EDIFICIO ALMACÉN Y TALLER



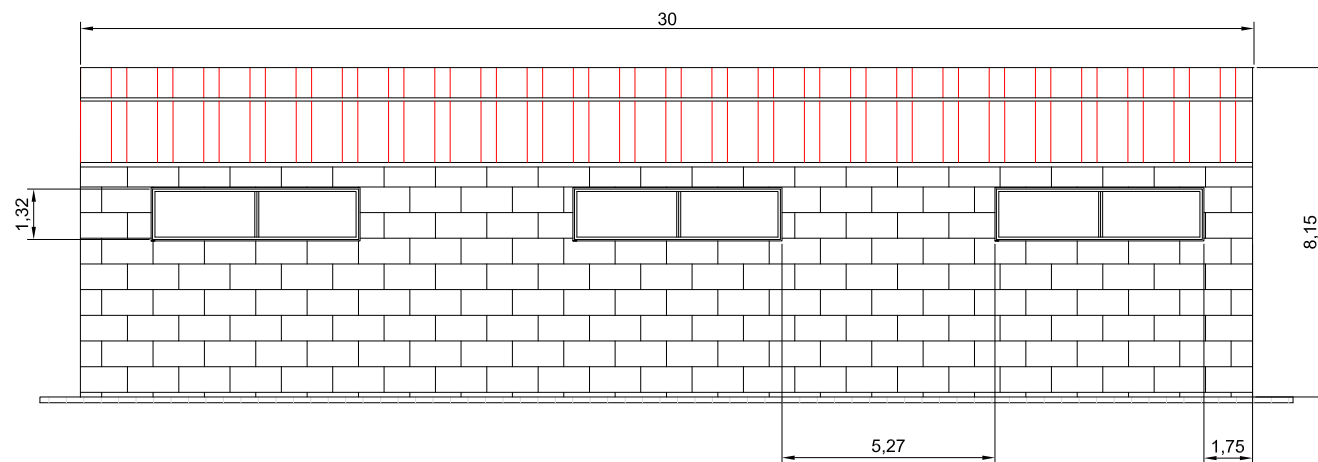
DETALLE -A-



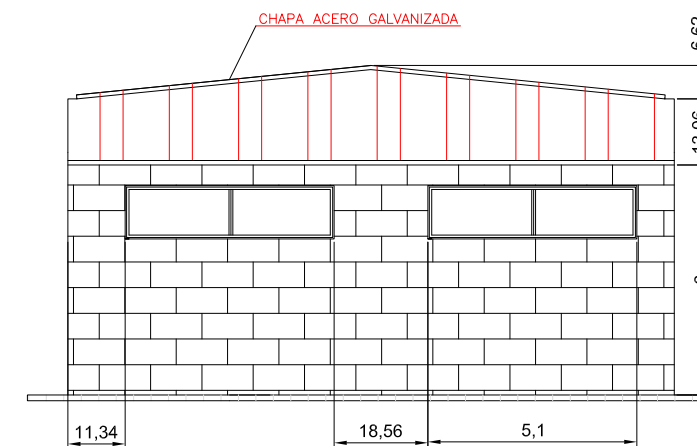
DETALLE -B-

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_013	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CUENTE: 		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
22	Planos constructivos edificios		S/D	A3	
	Almacén y taller				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

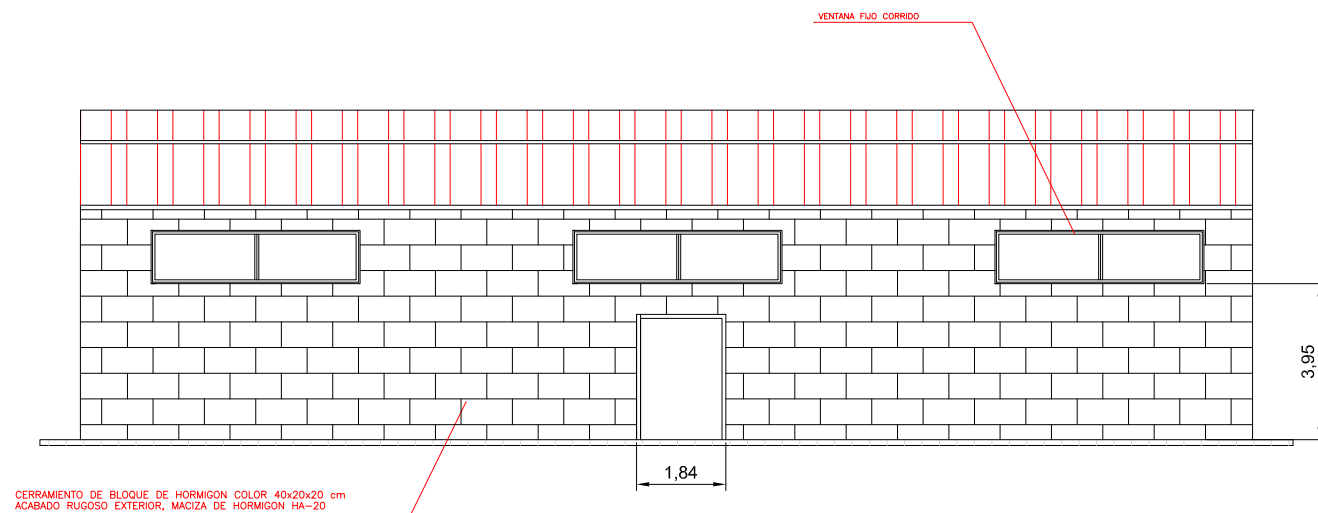
CARA NORTE



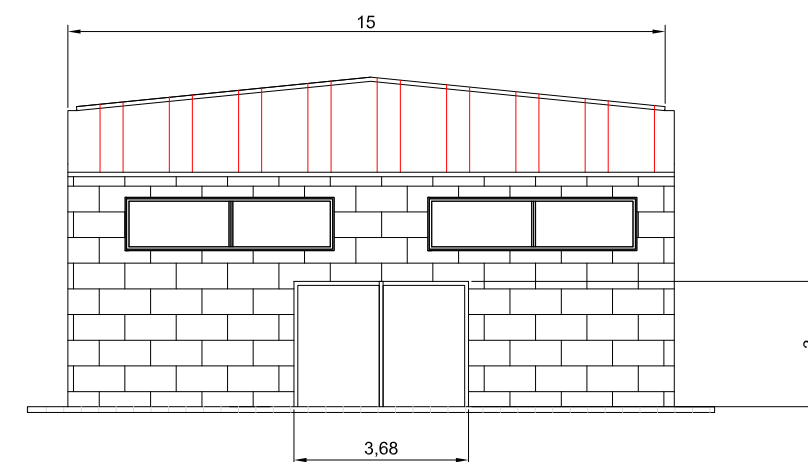
CARA OESTE



CARA SUR

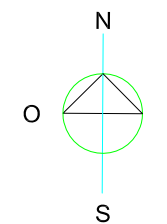
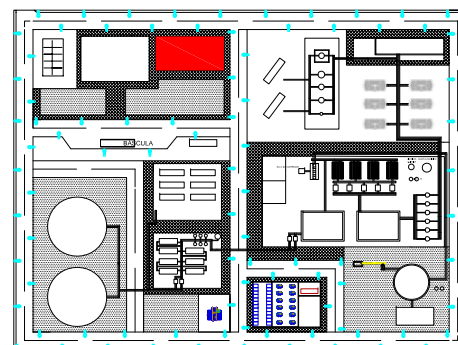


CARA ESTE



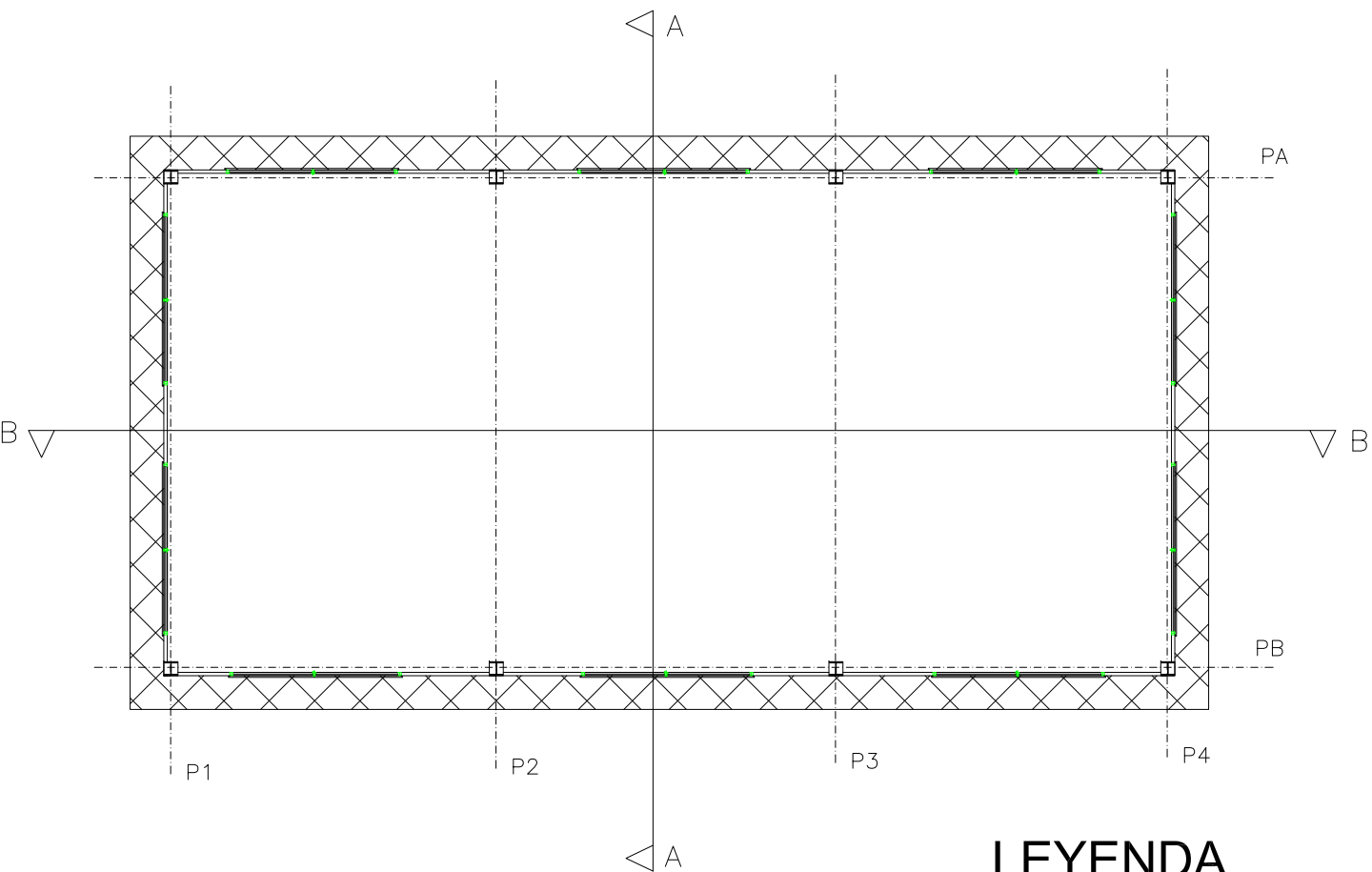
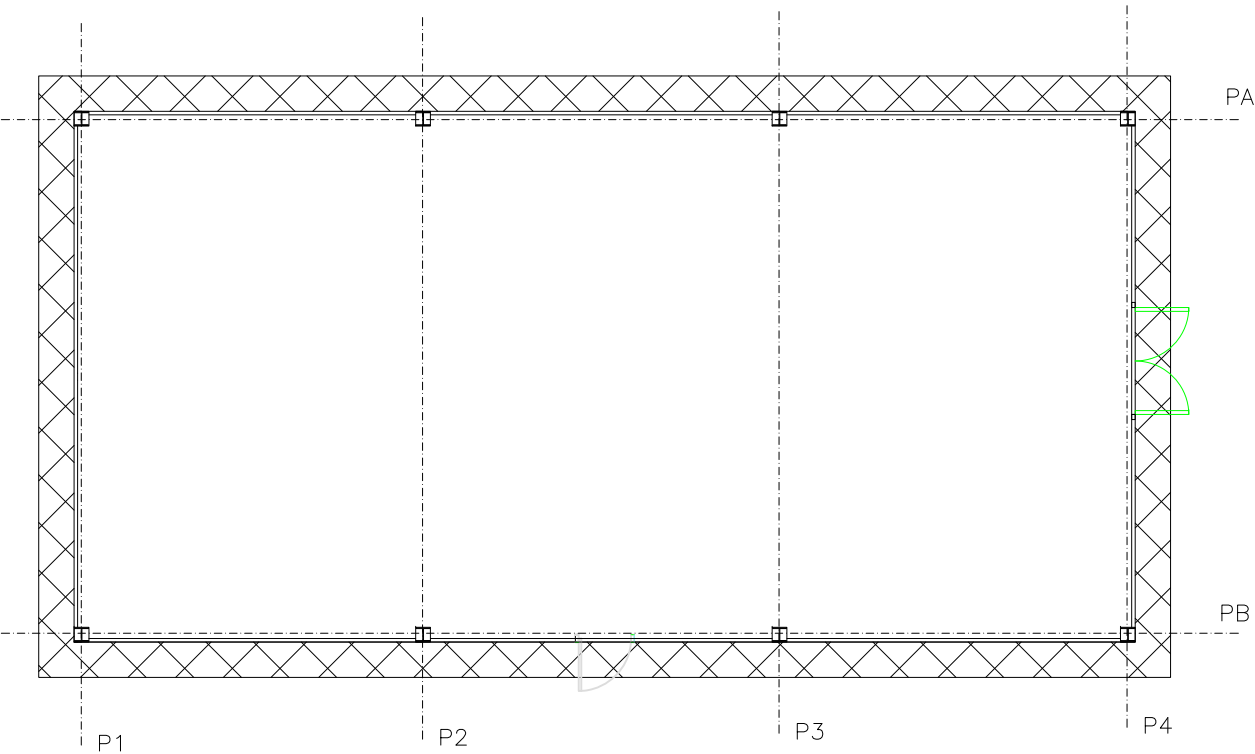
EDIFICIO ALMACÉN Y TALLER

Plano Ilave

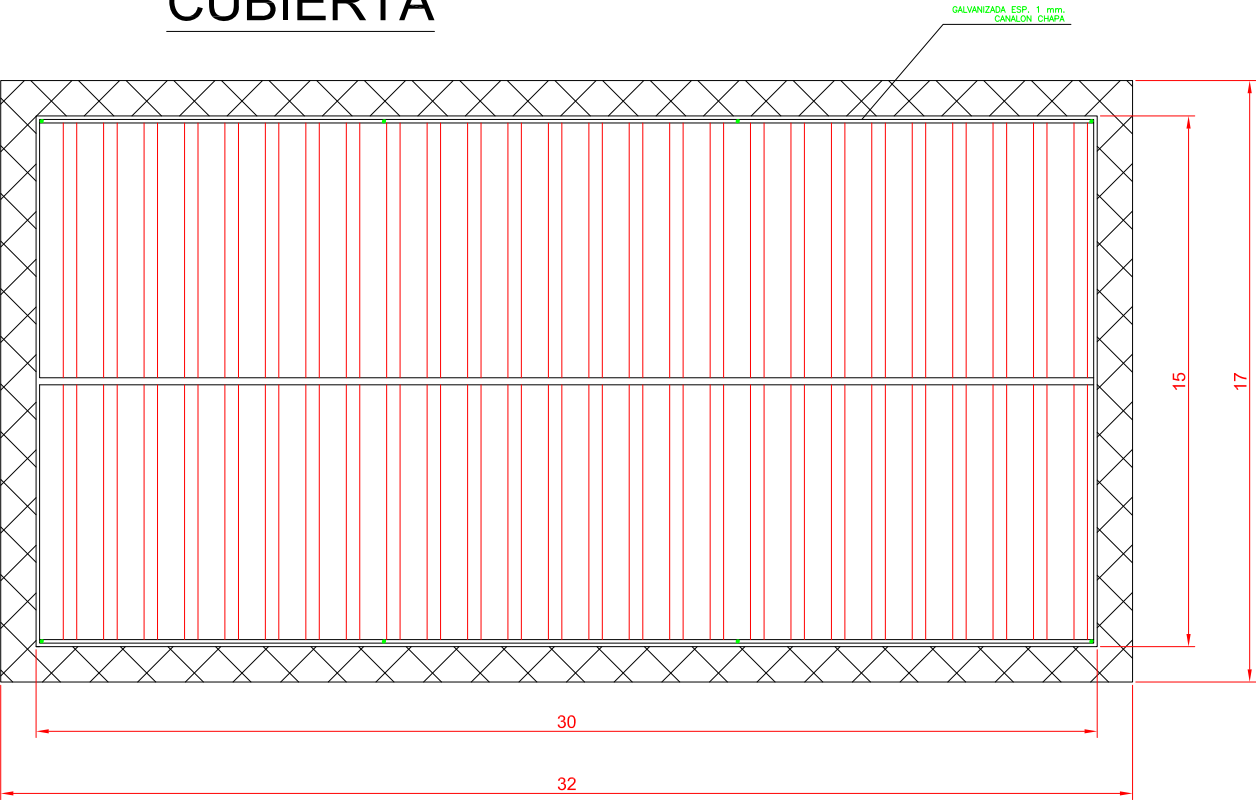


Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_014	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
23	Planos constructivos edificios		S/D	A3	
	Almacén y taller				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

PLANTA



CUBIERTA



LEYENDA



Acerado

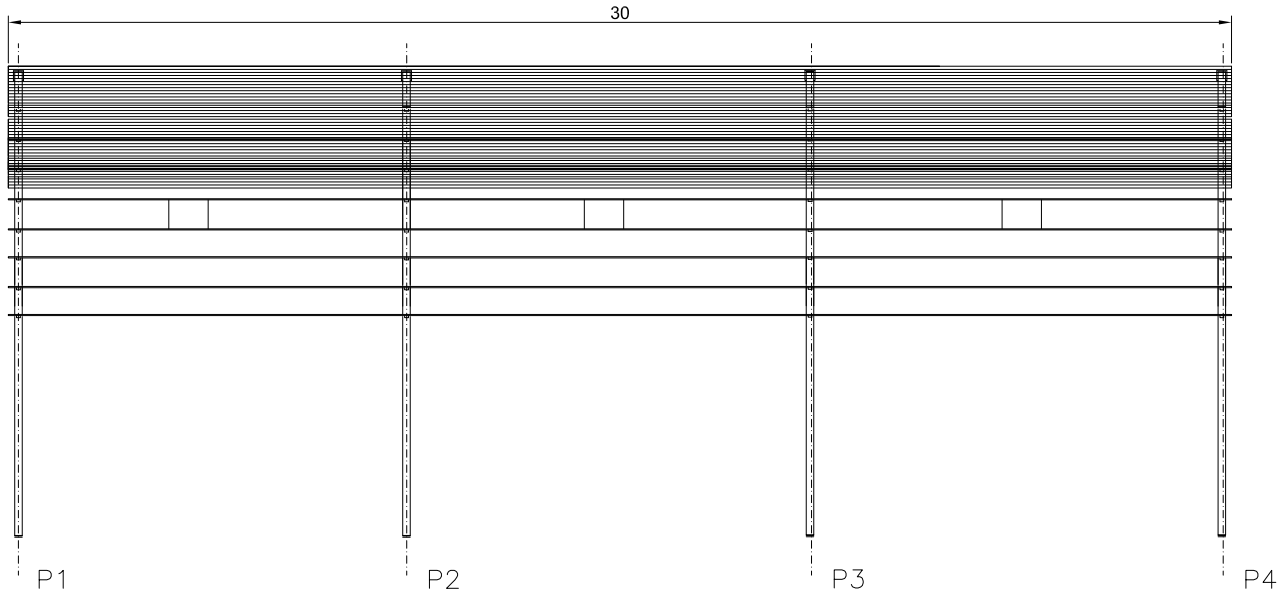


Tejado


EDIFICIO ALMACÉN Y TALLER


Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_015	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40 000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-15			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-15			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
24	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Almacén y taller				
Este documento ha sido realizado por S.R.M. como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					


SECCIÓN B-B




LEYENDA

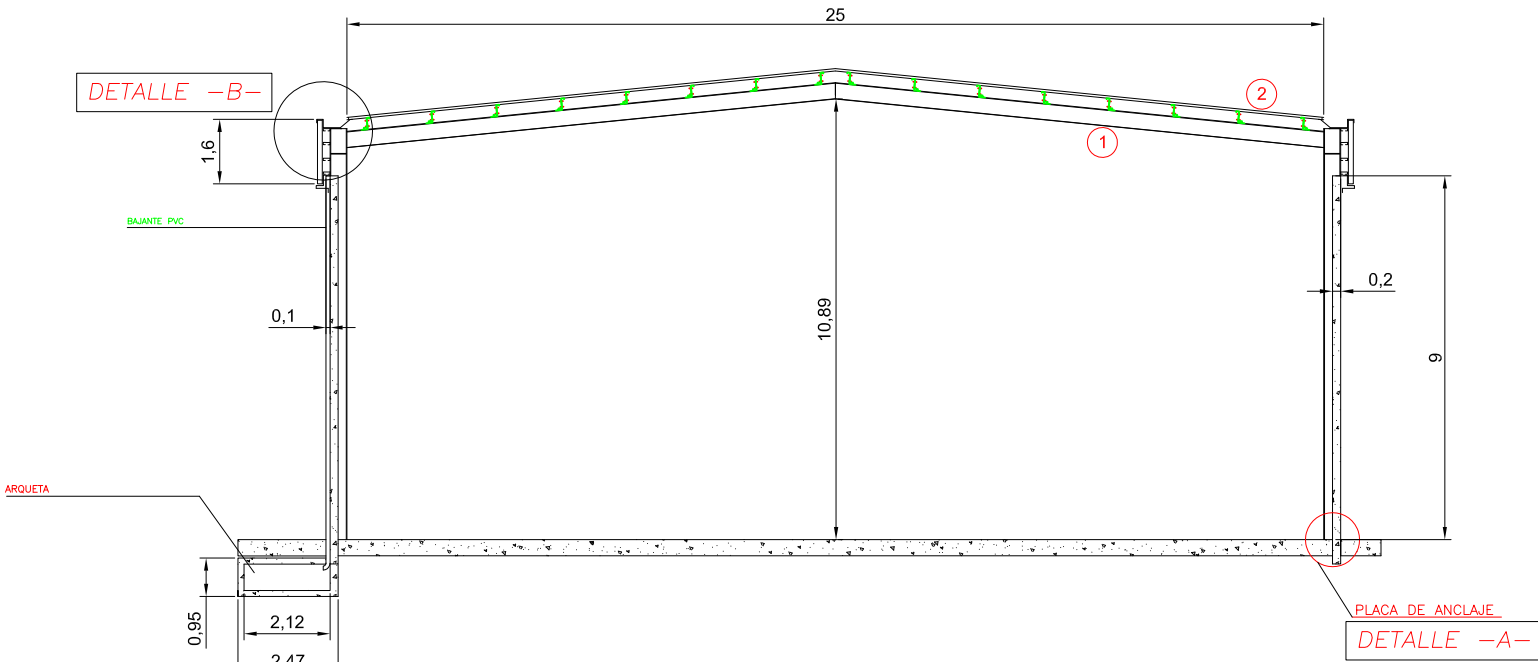
Hormigón HA 25 kg/cm2

Perfil IPE normalizado de acero A42b

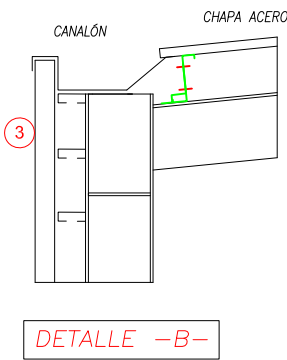
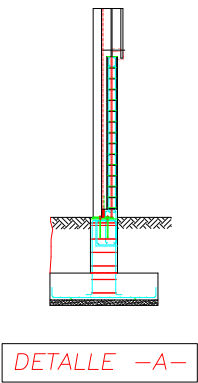
Chapa acero galvanizada 8 mm

Chapa acero galvanizada 6 mm

SECCIÓN A-A

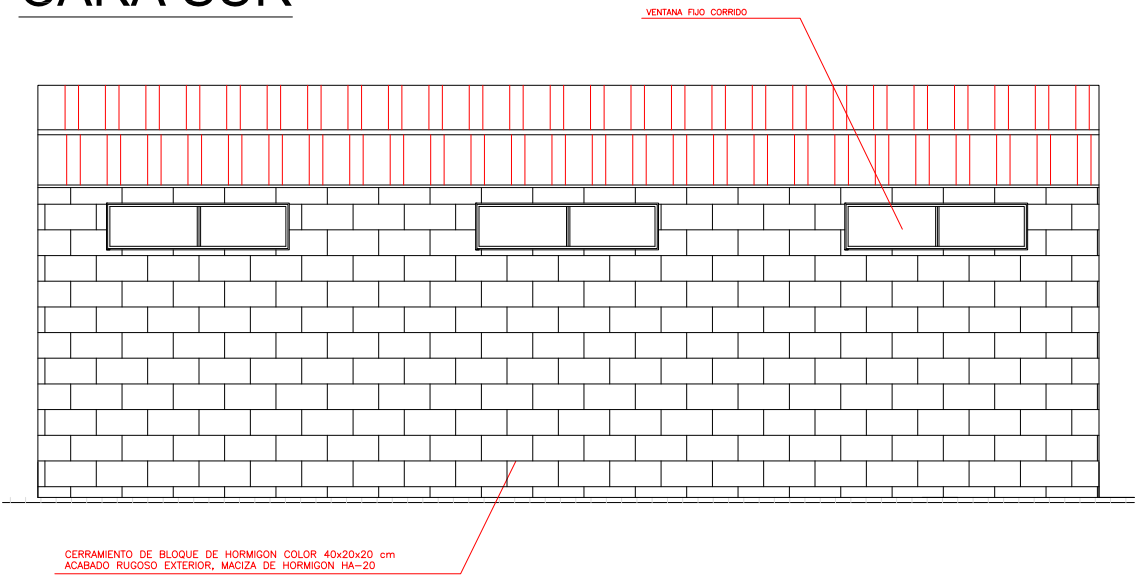


EDIFICIO ENVASADO
Y ALMACENAMIENTO

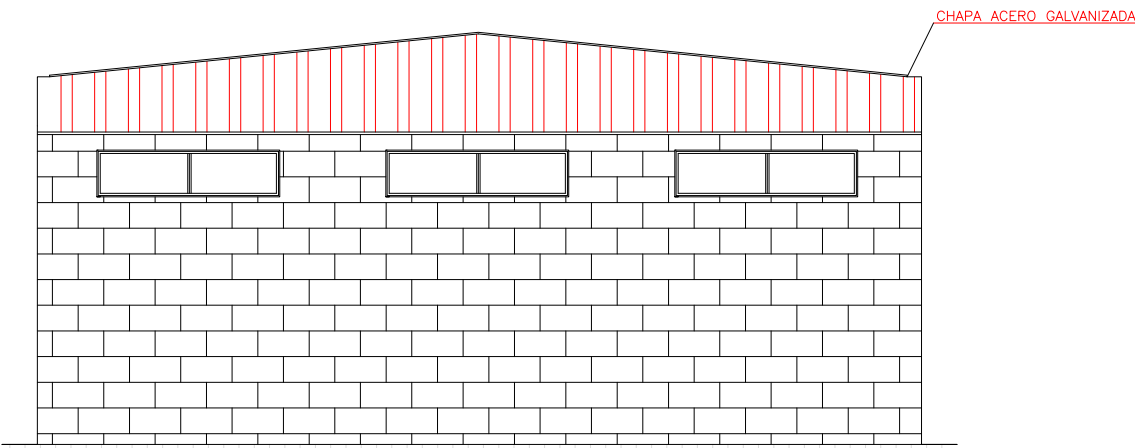


Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_016	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
25	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Envasado y Almacenamiento				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

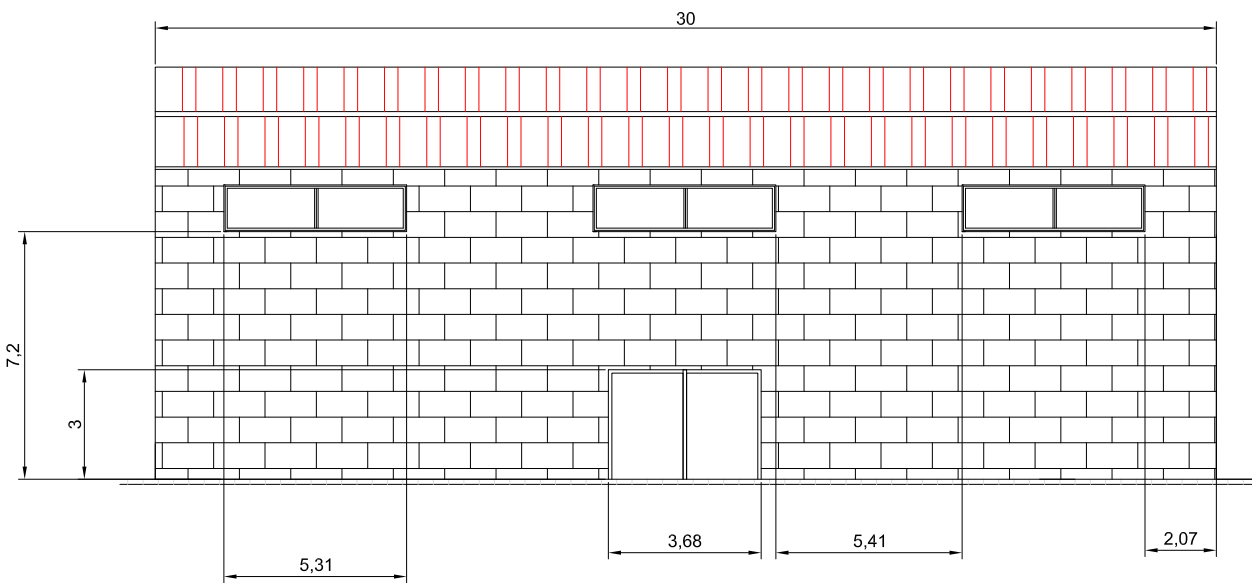
CARA SUR



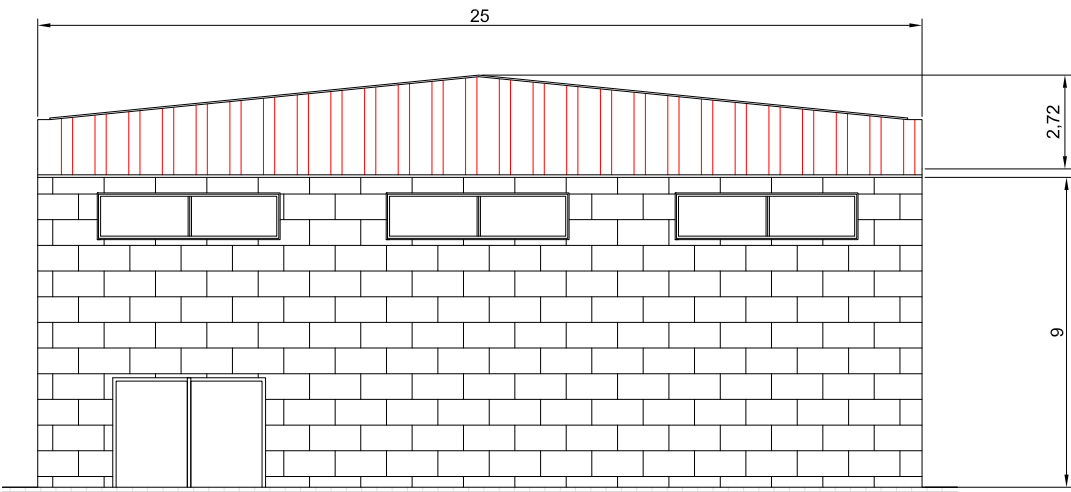
CARA OESTE



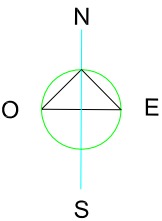
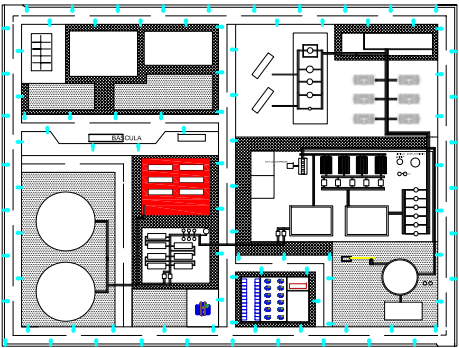
CARA NORTE



CARA ESTE



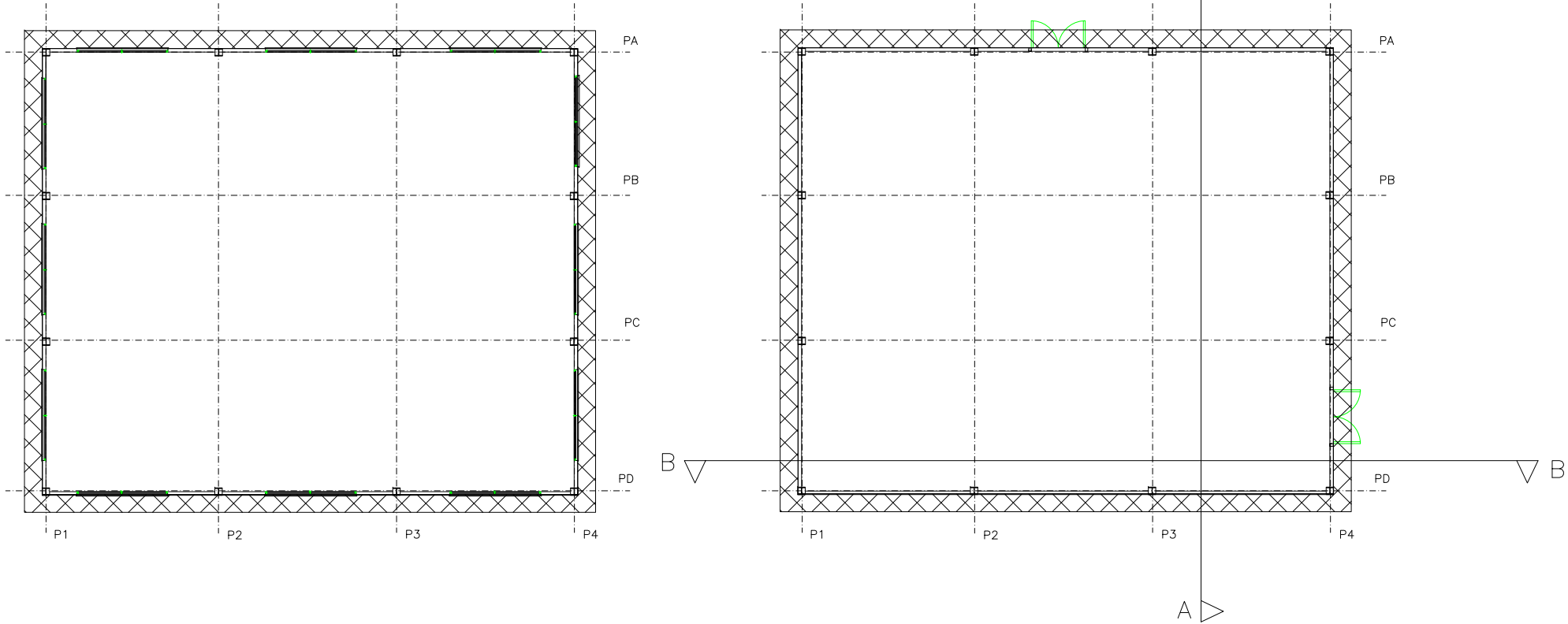
Plano llave



EDIFICIO ENVASADO
Y ALMACENAMIENTO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_017	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:	S.R.M.	ago-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:				ESCALA
26	Planos constructivos edificios Envasado y Almacenamiento				S/D
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.				FORMATO	A3

PLANTA

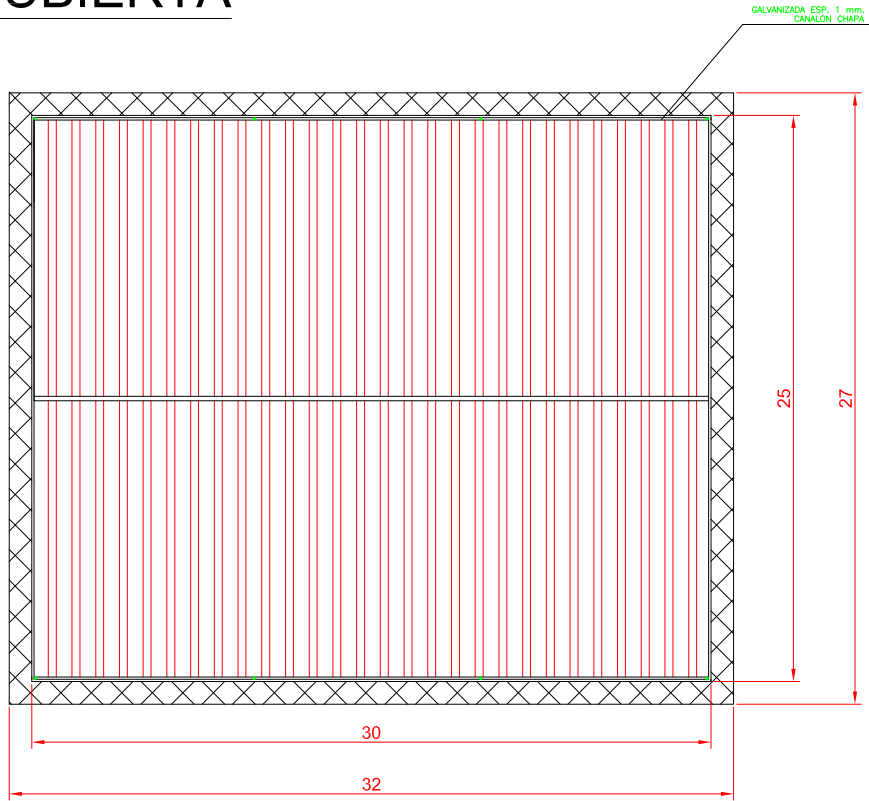


LEYENDA

Acerado

Tejado

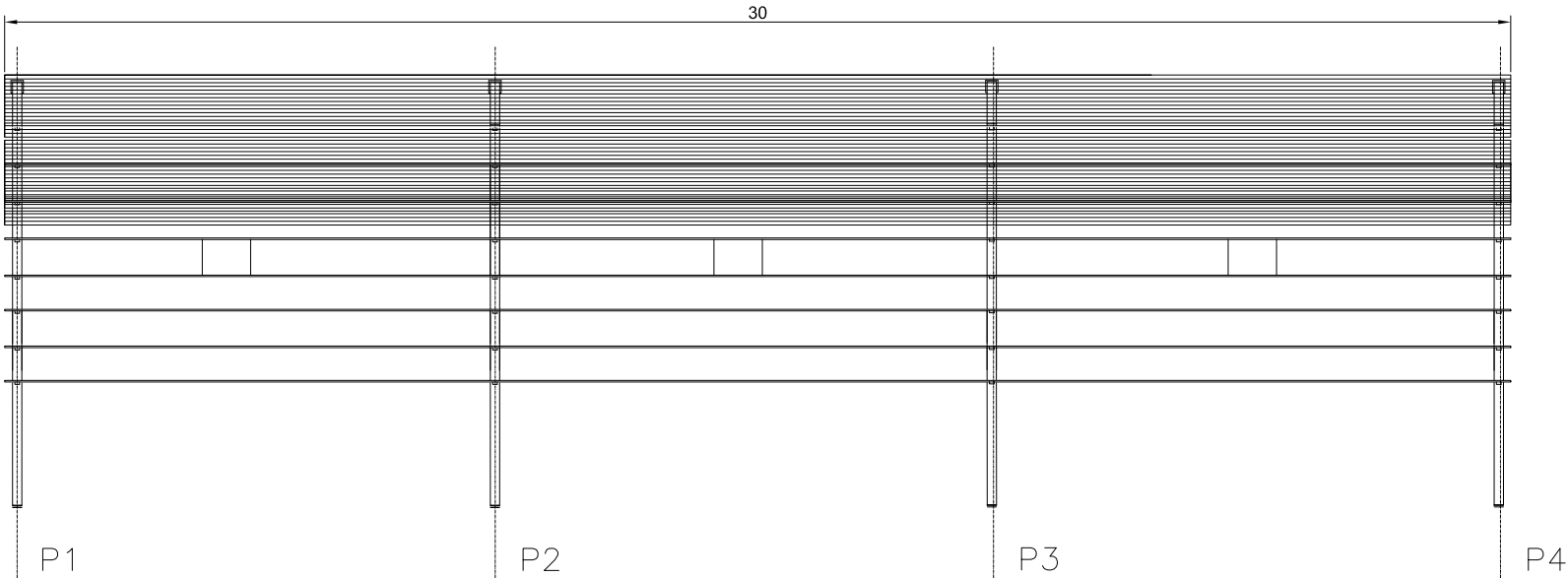
CUBIERTA




EDIFICIO ENVASADO
Y ALMACENAMIENTO


Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_018	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
27	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Envasado y Almacenamiento				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					


SECCIÓN B-B




LEYENDA

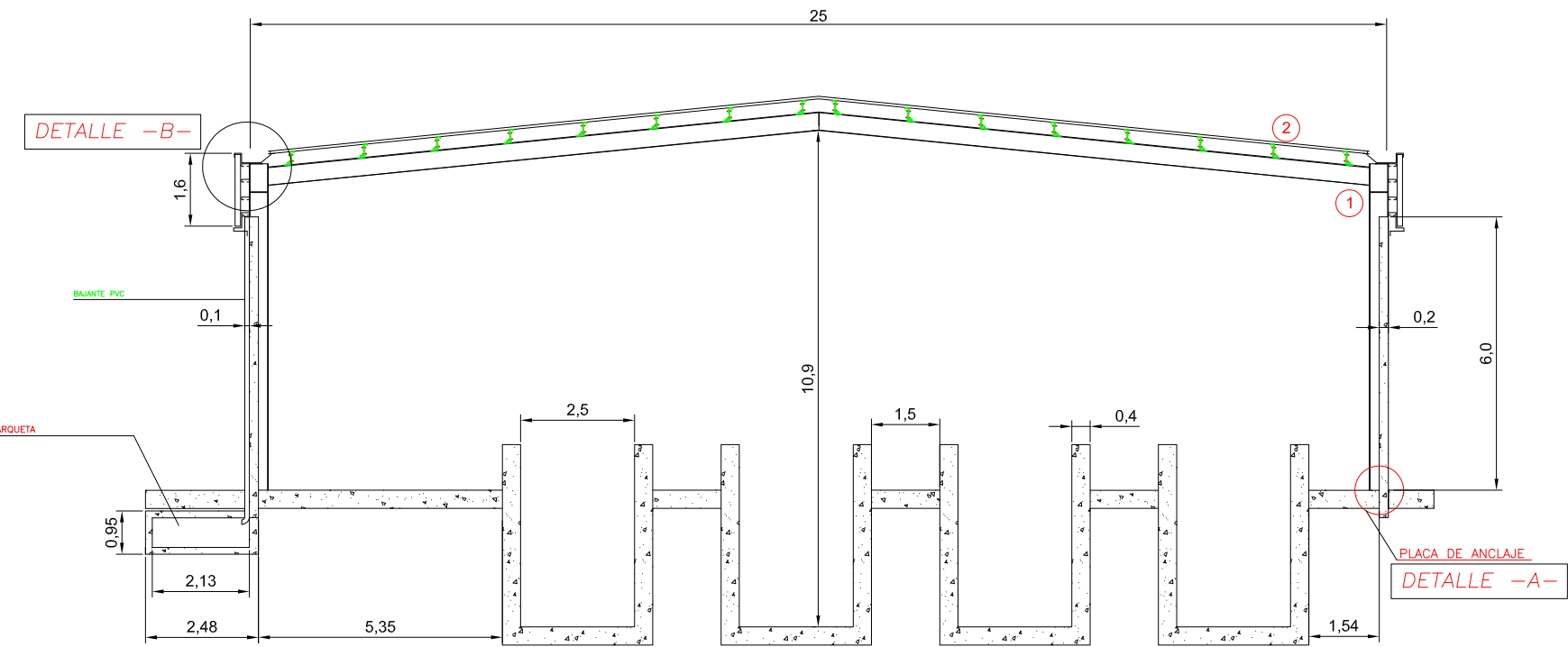
Hormigón HA 25 kg/cm2

Perfil IPE normalizado de acero A42b

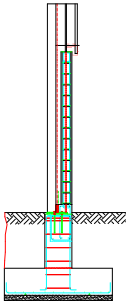
Chapa acero galvanizada 8 mm

Chapa acero galvanizada 6 mm

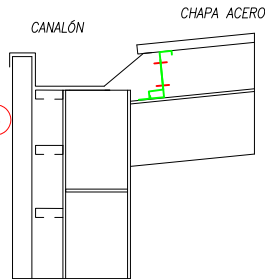
SECCIÓN A-A



EDIFICIO
POST-TRATAMIENTO



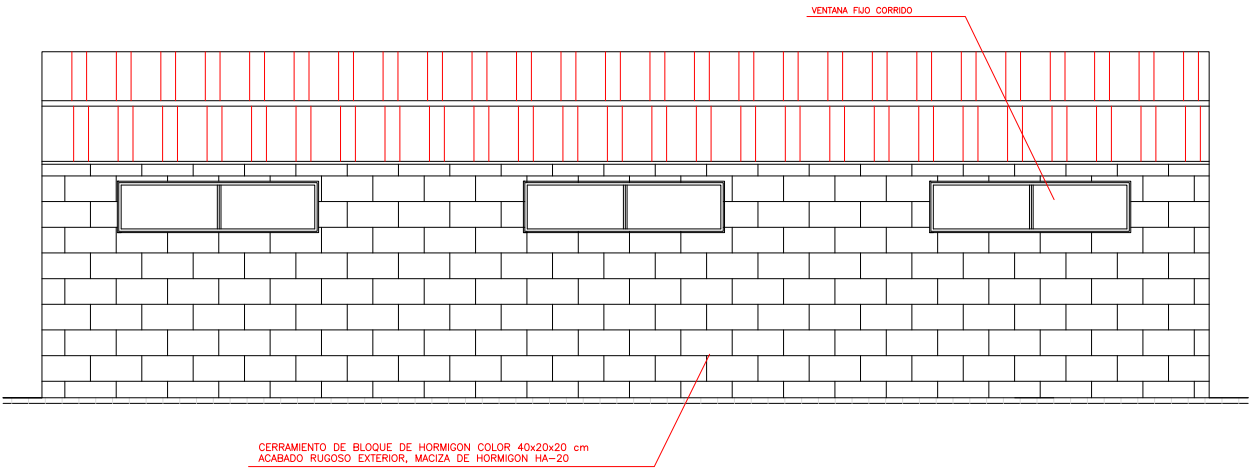
DETALLE -A-



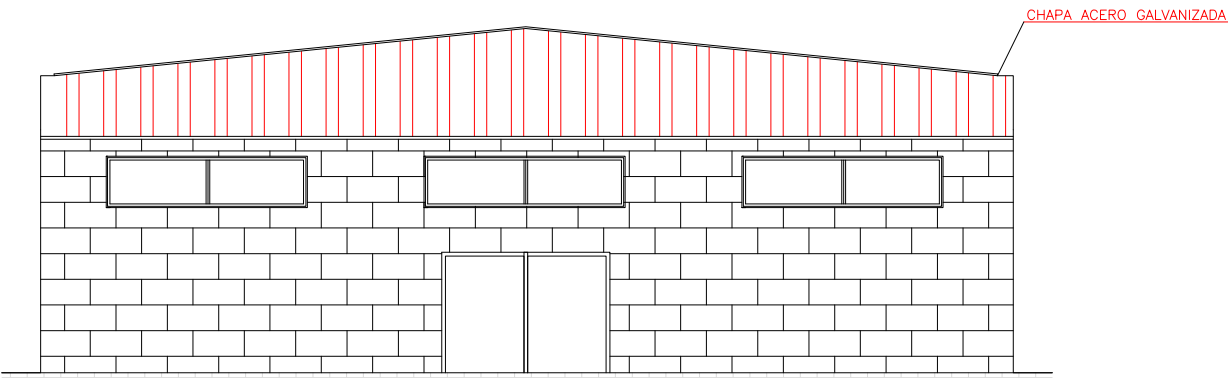
DETALLE -B-

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_019	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
28	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Post-tratamiento				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

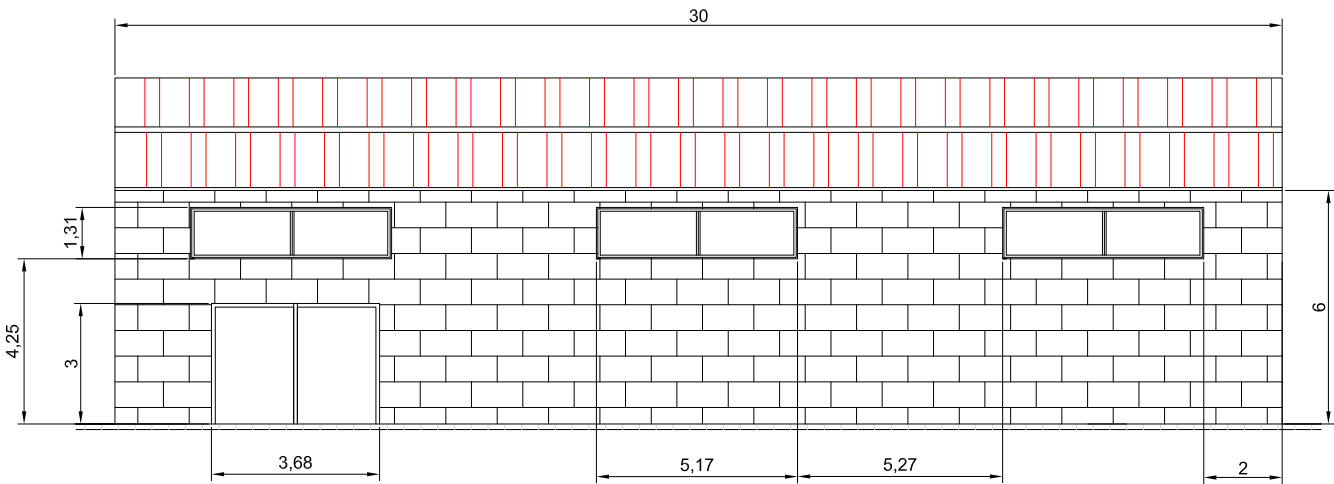
CARA SUR



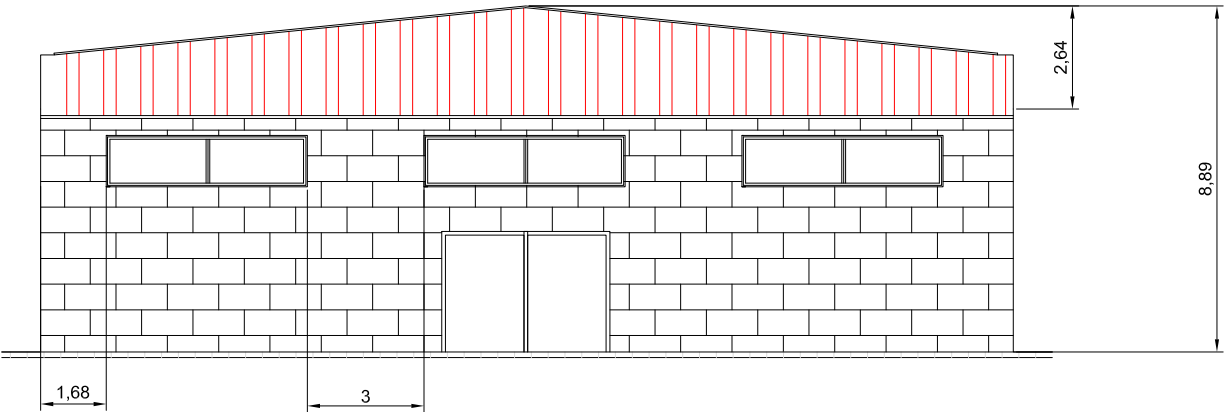
CARA OESTE



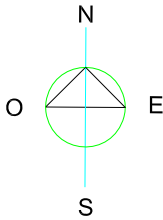
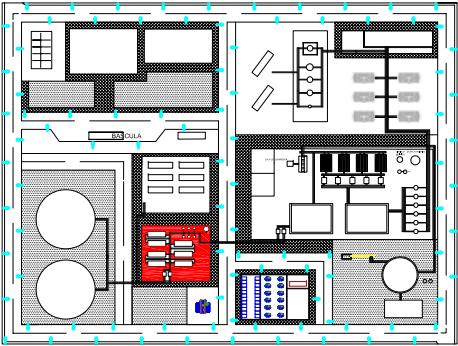
CARA NORTE



CARA ESTE



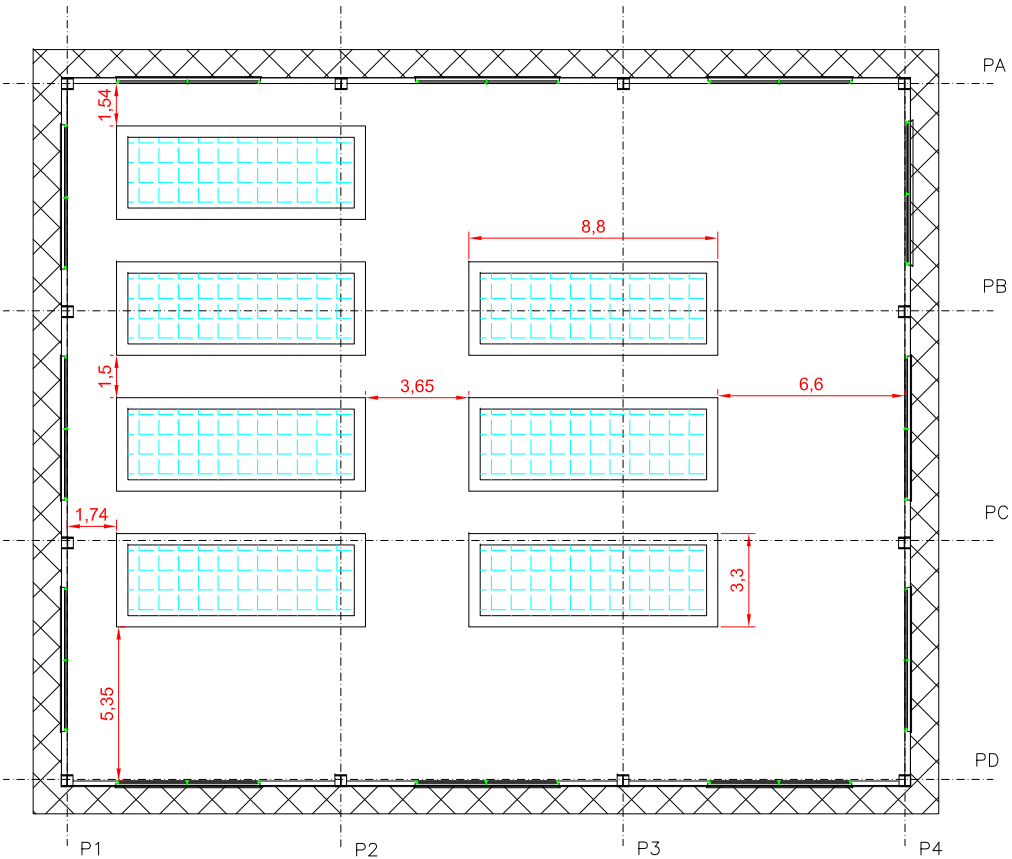
Plano llave



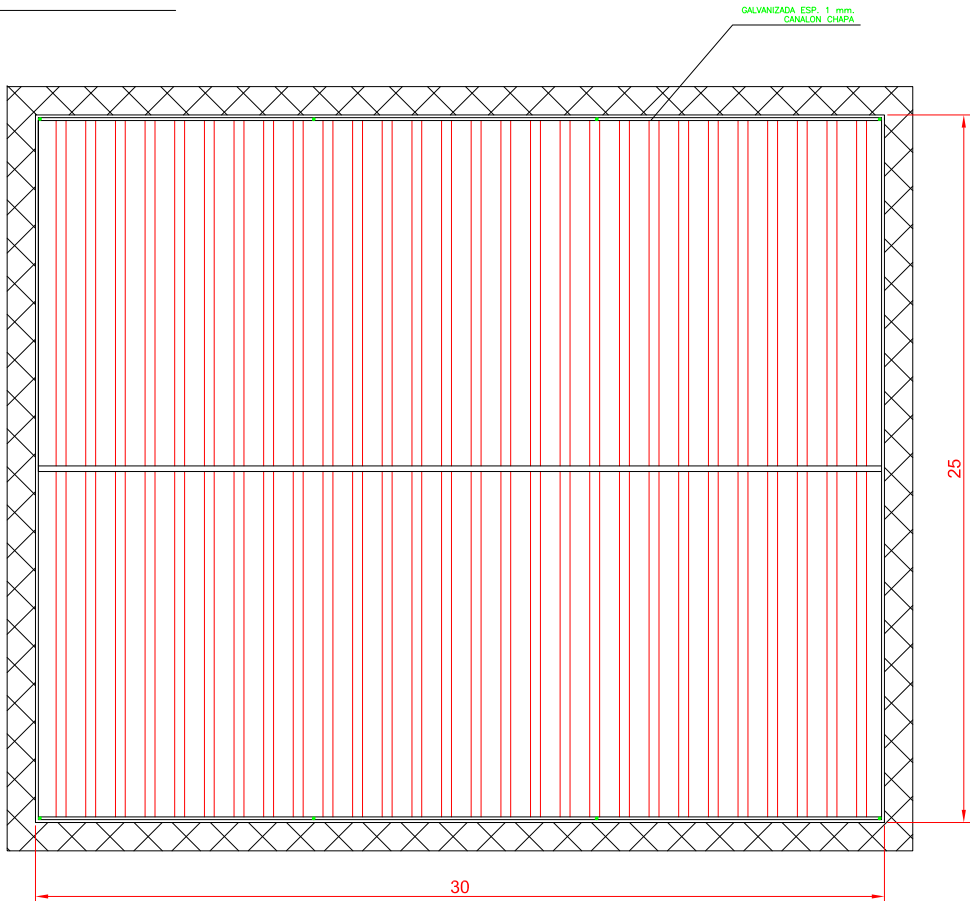
EDIFICIO
POST-TRATAMIENTO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_020	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA			
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
29	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Post-tratamiento				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

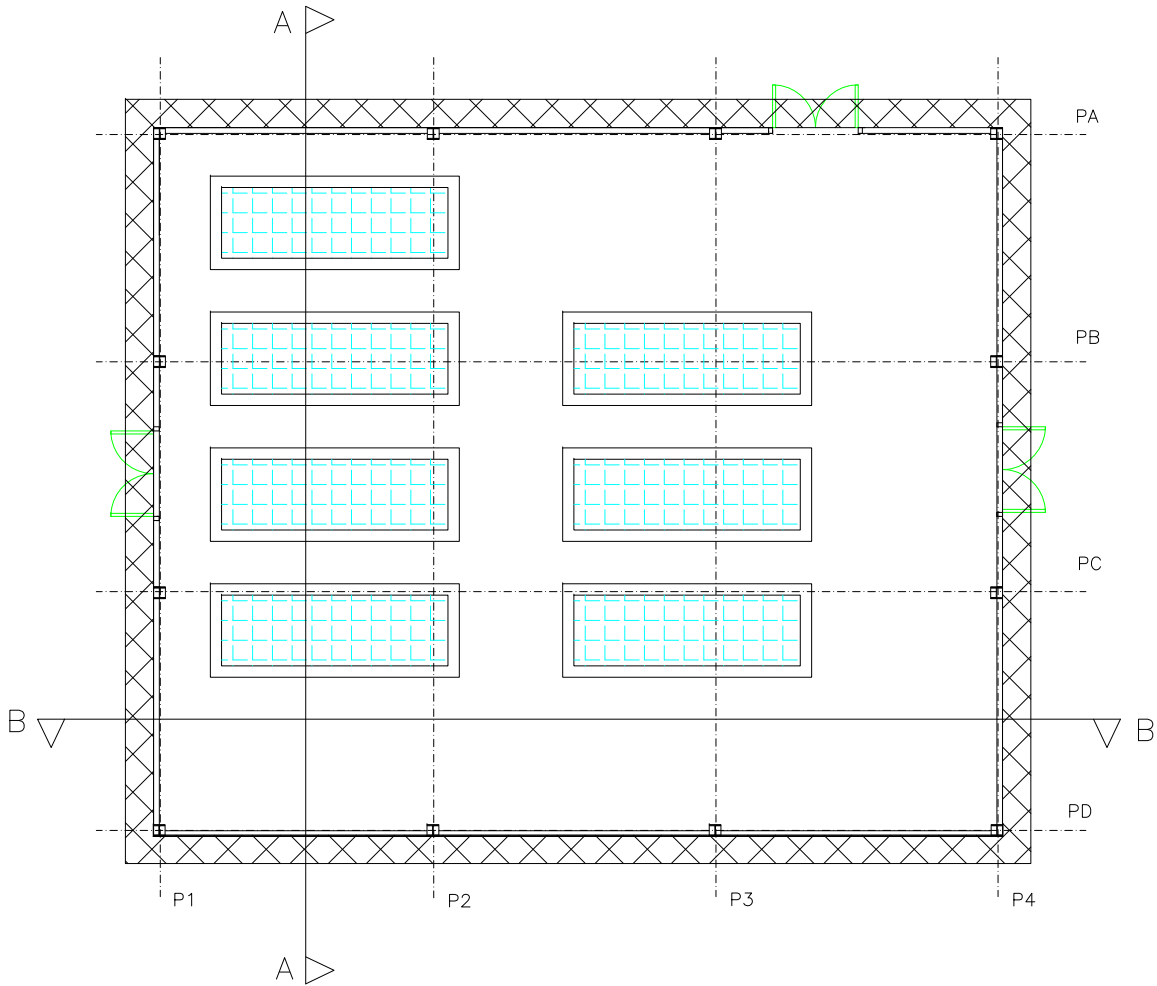
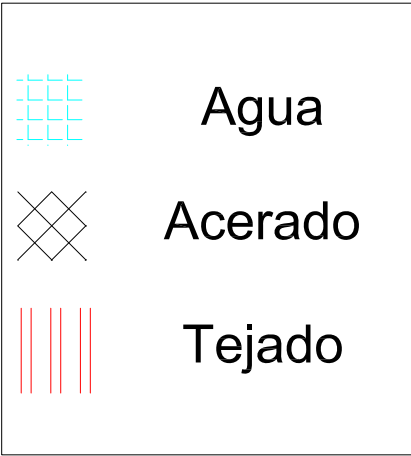
PLANTA



CUBIERTA

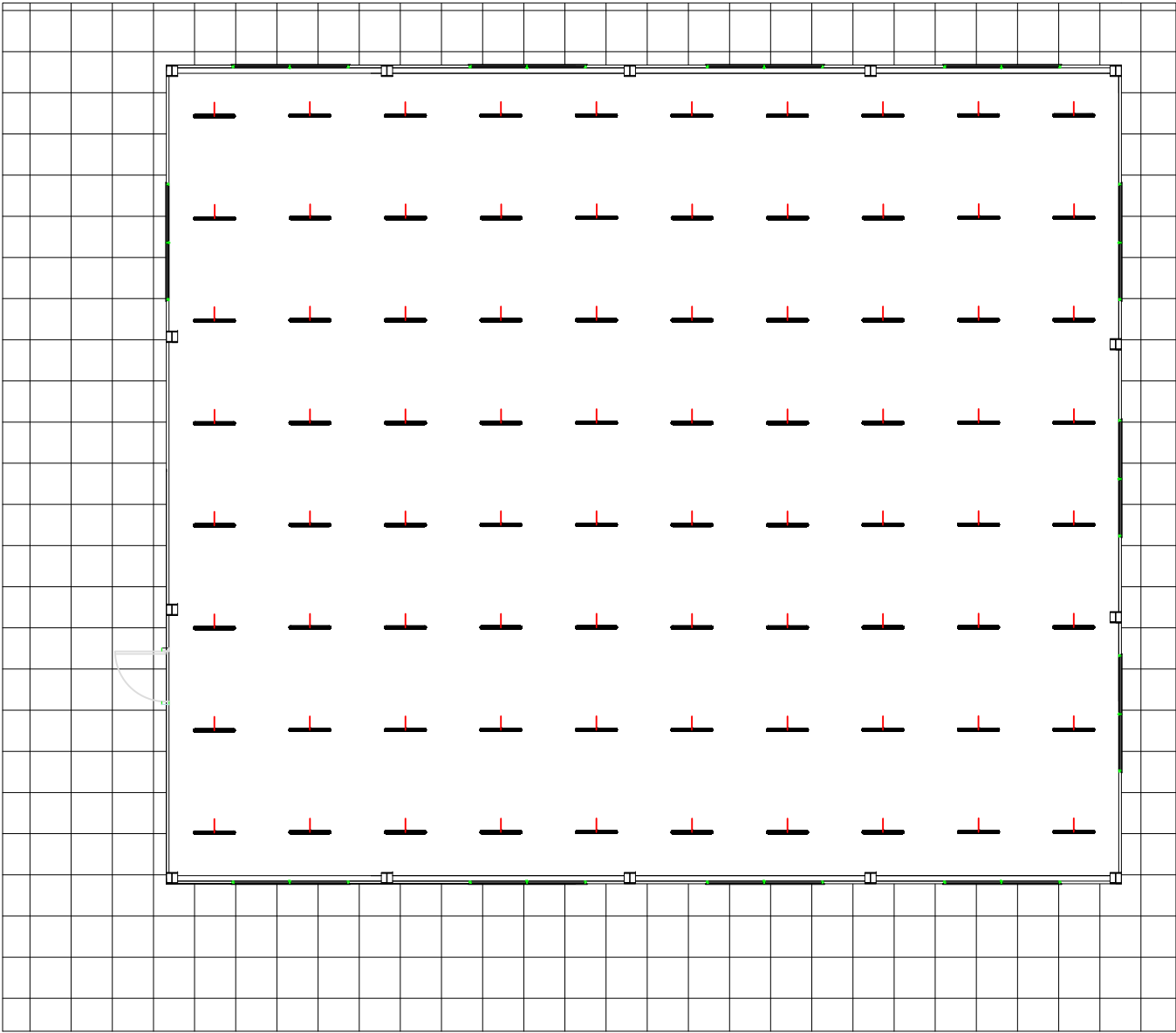


LEYENDA



EDIFICIO
POST-TRATAMIENTO

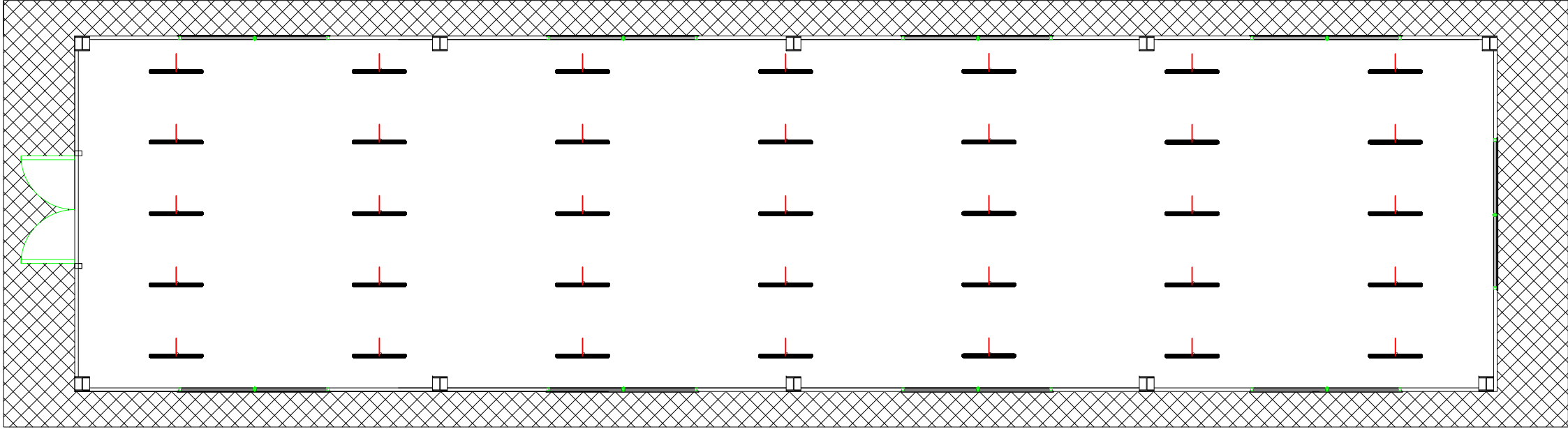
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	EDIF_021	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
<div></div>			<div></div>		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
<div></div>			<div> UNIVERSIDAD DE SEVILLA</div>		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:	S.R.M.	ago-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
30	Planos constructivos edificios			S/D	A3
	Post-tratamiento				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



CÁNTARA DE CAPTACIÓN
1050 m2
4.3 W/m2
Em: 372 lx

565 * PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (6000 lm; 57.0 W; 1xLED60S/840/-)

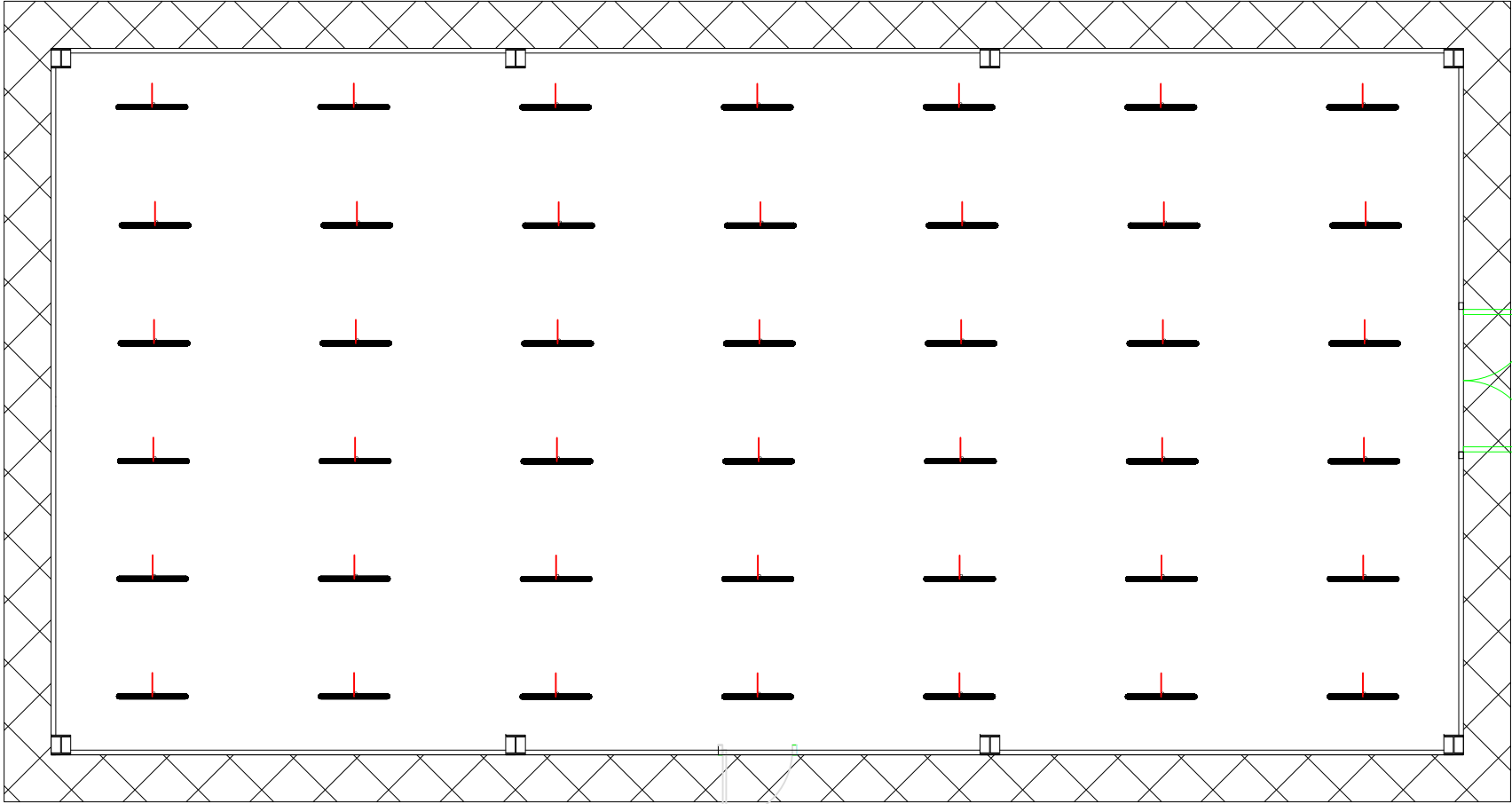
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_001	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
31	Planos Luminarias			S/D	A3
	Cántara de captación				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



POZO DE BOMBEO
400 m2
5.0 W/m2
Em: 379 lx

565 * PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (6000 lm; 57.0 W; 1xLED60S/840/-)

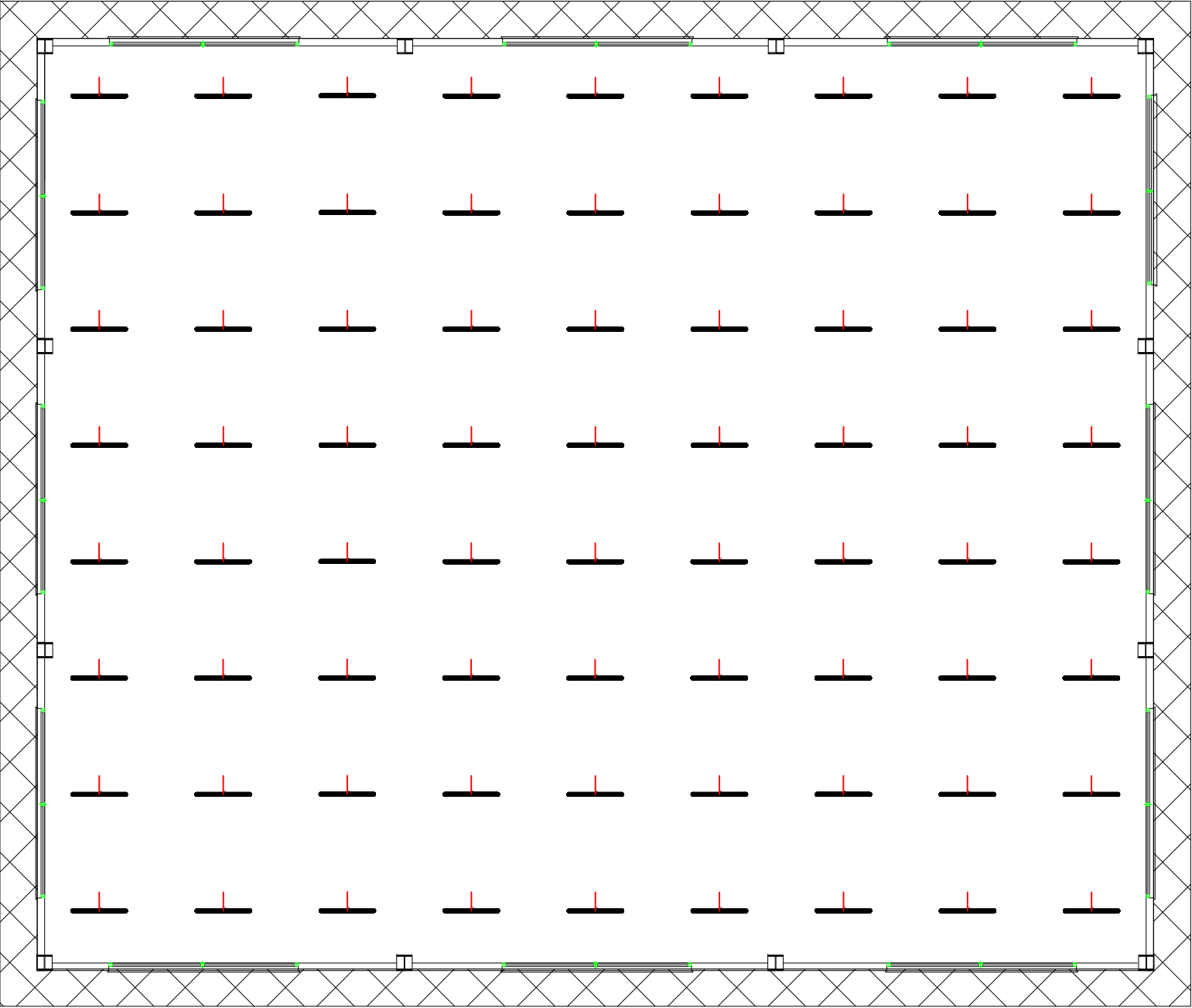
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_002	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA			
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
32	Planos Luminarias			S/D	A3
Pozo de bombeo					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



ALMACÉN Y TALLER
450 m2
5.3 W/m2
Em: 424 lx

565 * PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (6000 lm; 57.0 W; 1xLED60S/840/-)

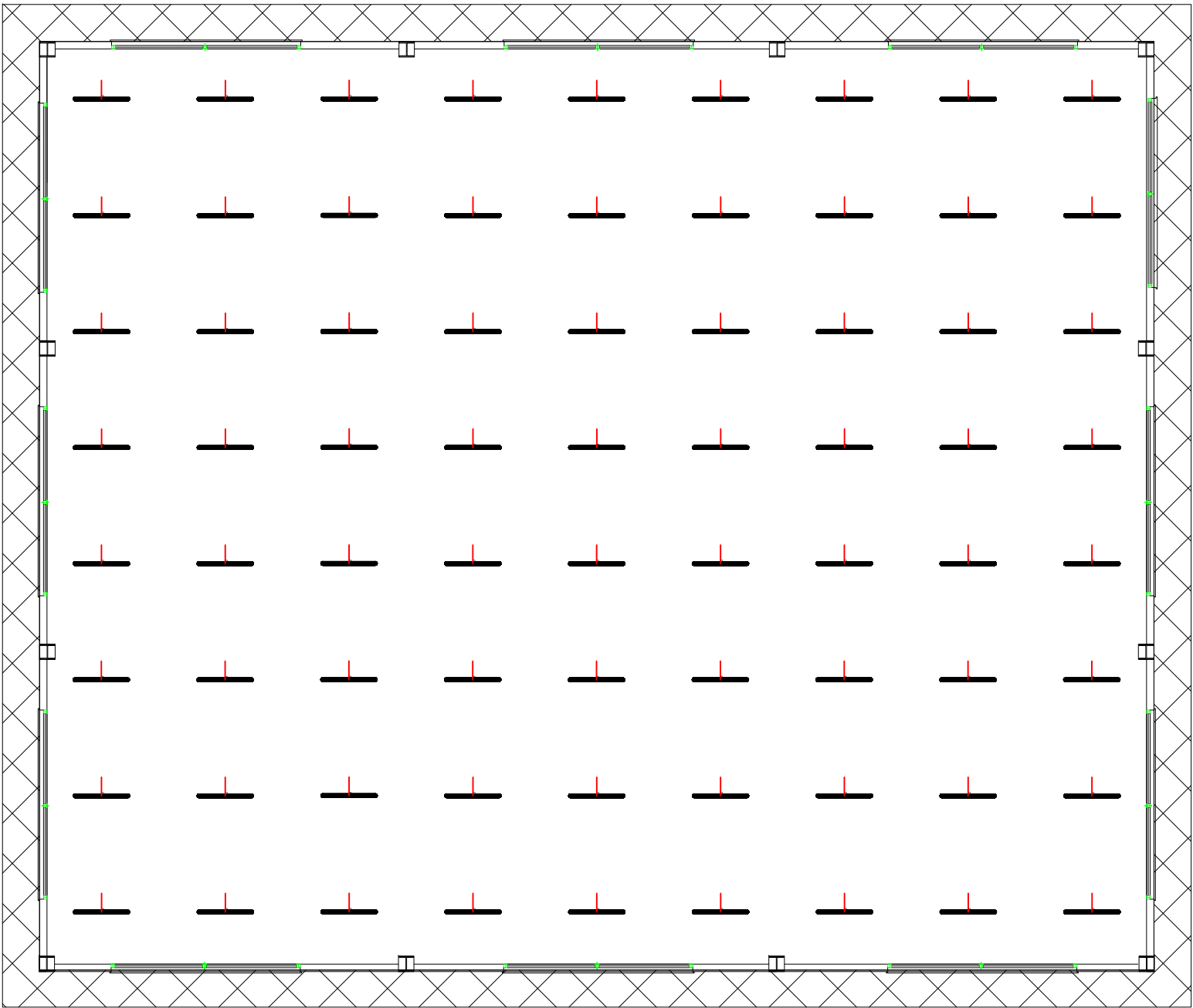
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_003	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
33	Planos Luminarias			S/D	A3
Nave de almacenamiento y taller					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



EDIFICIO ENVASADO
750 m2
5.5 W/m2
Em: 365 lx

565 * PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (6000 lm; 57.0 W; 1xLED60S/840/-)

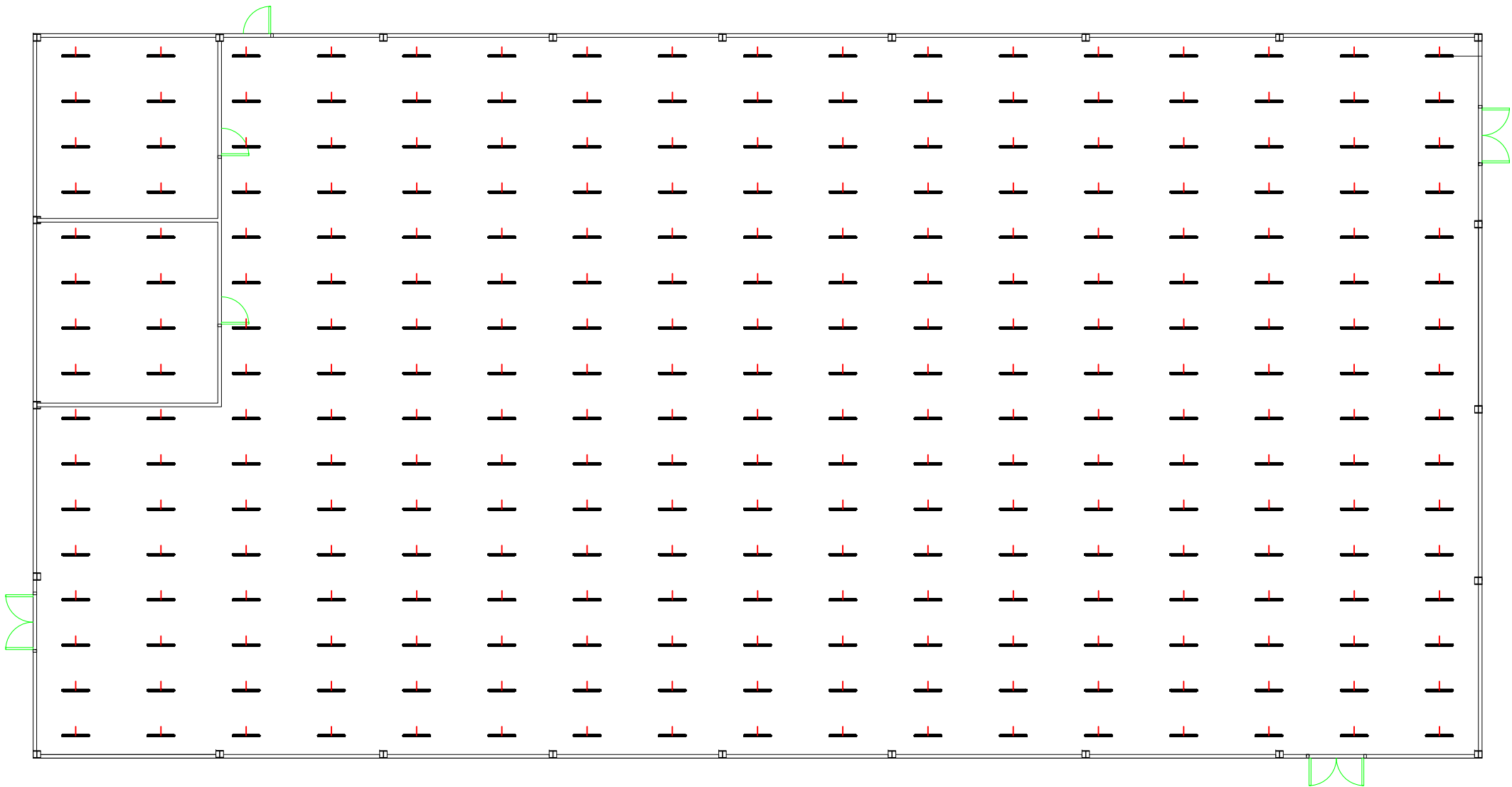
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_004	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBFE	FECHA			
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
34	Planos Luminarias			S/D	A3
	Nave de envasado				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



EDIFICIO POST-TRATAMIENTO
750 m2
4.9 W/m2
Em: 372 lx

565 * PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (6000 lm; 57.0 W; 1xLED60S/840/-)

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_005	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBFE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
35	Planos Luminarias			S/D	A3
Nave de post-tratamiento					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

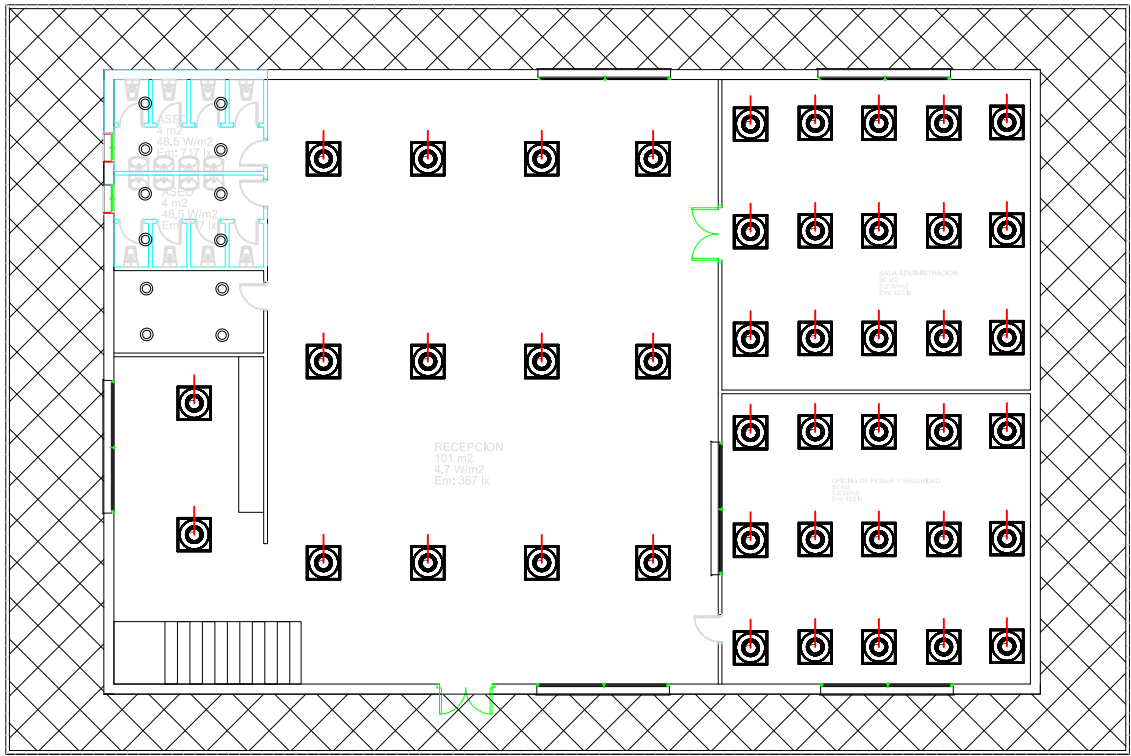


EDIFICIO OSMOSIS
3200 m2
4.8 W/m2
Em: 385 lx

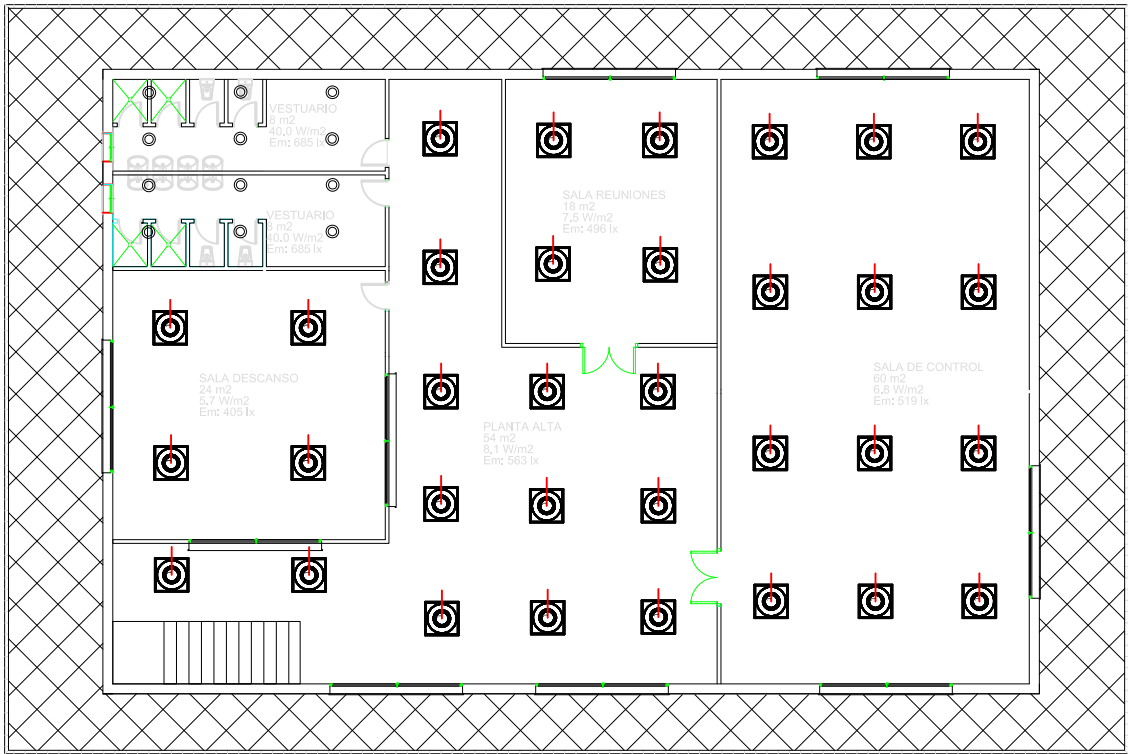
565 * PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (6000 lm; 57.0 W; 1xLED60S/840/-)

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_006	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:	S.R.M.	ago-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
36	Planos Luminarias Nave de osmosis		S/D	A3	
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

PLANTA BAJA



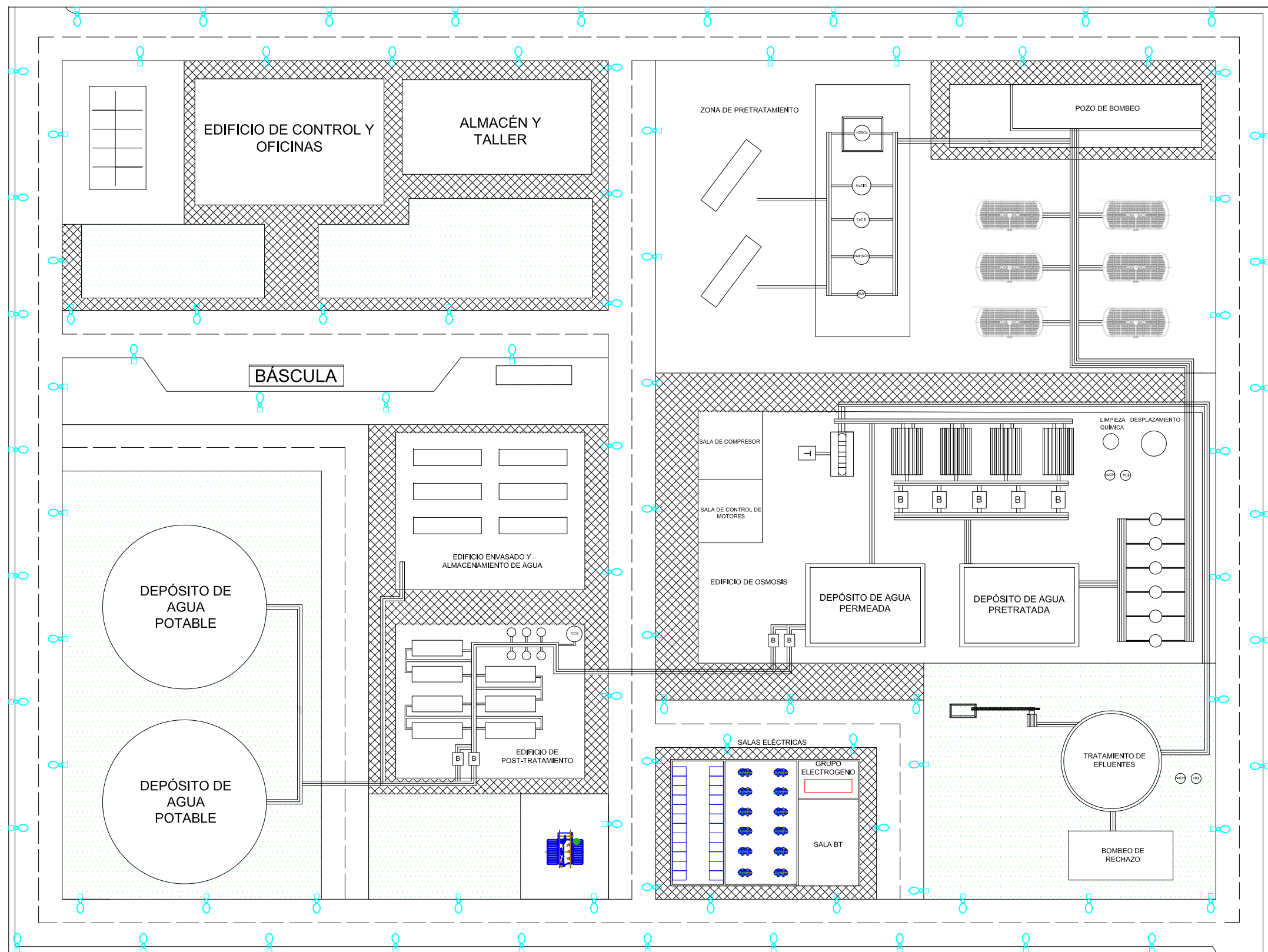
PLANTA ALTA



- 77 * PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (3500 lm; 34.0 W; 1xLED35S/840/-)
- 10 * PHILIPS FBS296 2xPL-C/4P26W HFP C (2124 lm; 54.0 W; 2xPL-C/4P26W/840)

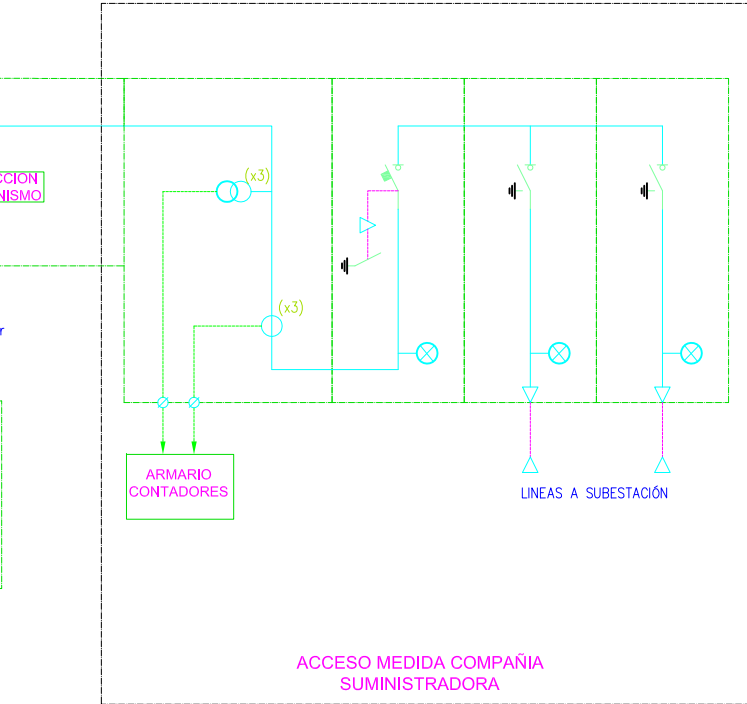
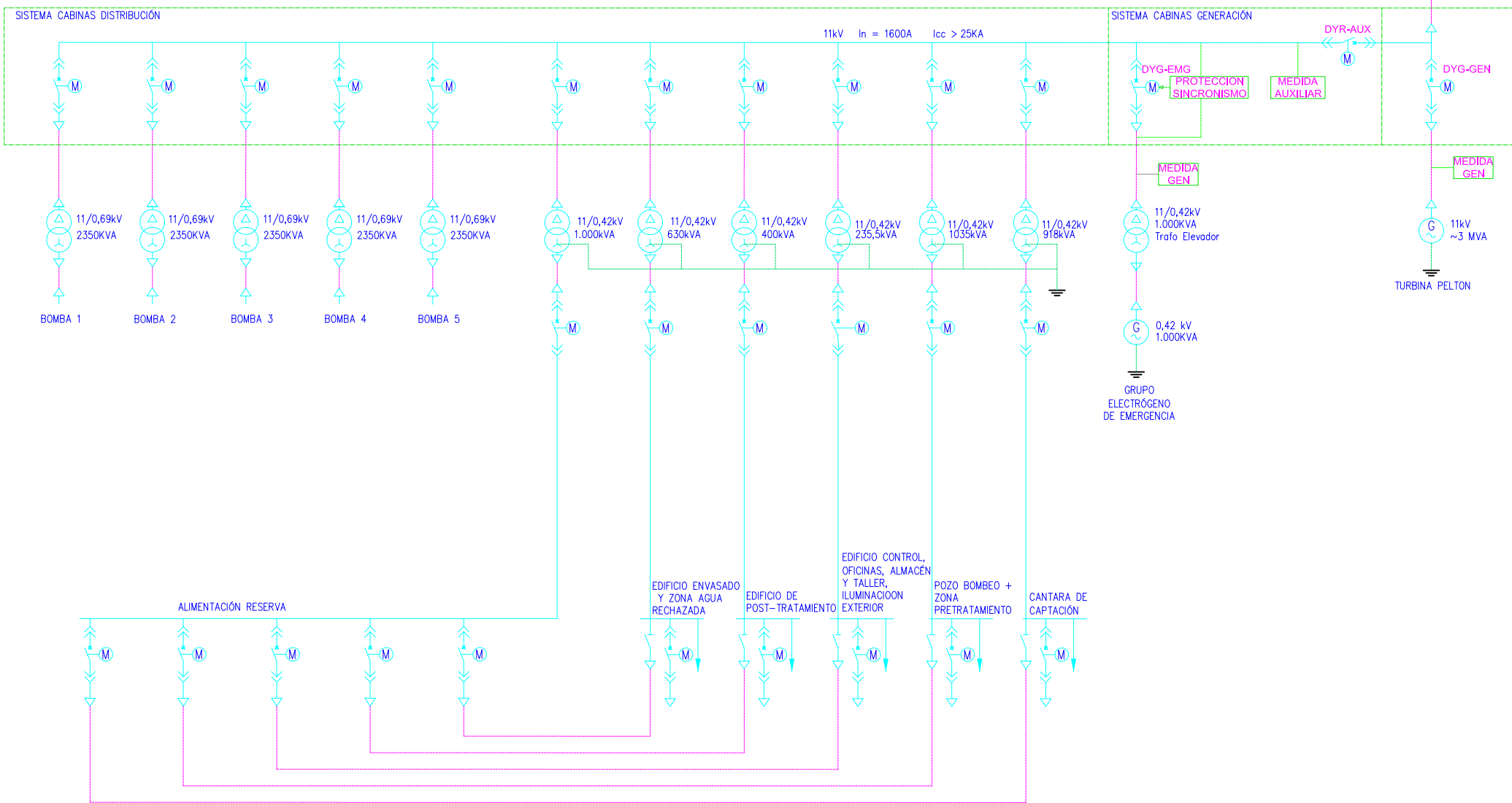
SALA ADMINISTRACIÓN	Su = 100 m2.
OFICINA PESAJE Y SEGURIDAD	Su = 100 m2.
RECEPCIÓN	Su = 40,8 m2.
SALA CONTROL	Su = 200 m2.
VESTUARIO SEÑORAS	Su = 26,1 m2.
VESTUARIO CABALLEROS	Su = 26,1 m2.
SALA DE REUNIONES	Su = 57,0 m2.
SALA DESCANSO	Su = 75,0 m2.
ASEO SEÑORAS	Su = 12,38 m2.
ASEO CABALLEROS	Su = 12,38 m2.
CUARTILLO LIMPIEZA	Su = 12,5 m2.
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	= 662,26 m2.
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	= 800 m2.

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_007	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CUENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:	S.R.M.	ago-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
37	Planos Luminarias Edificio de oficinas		S/D	A3	
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

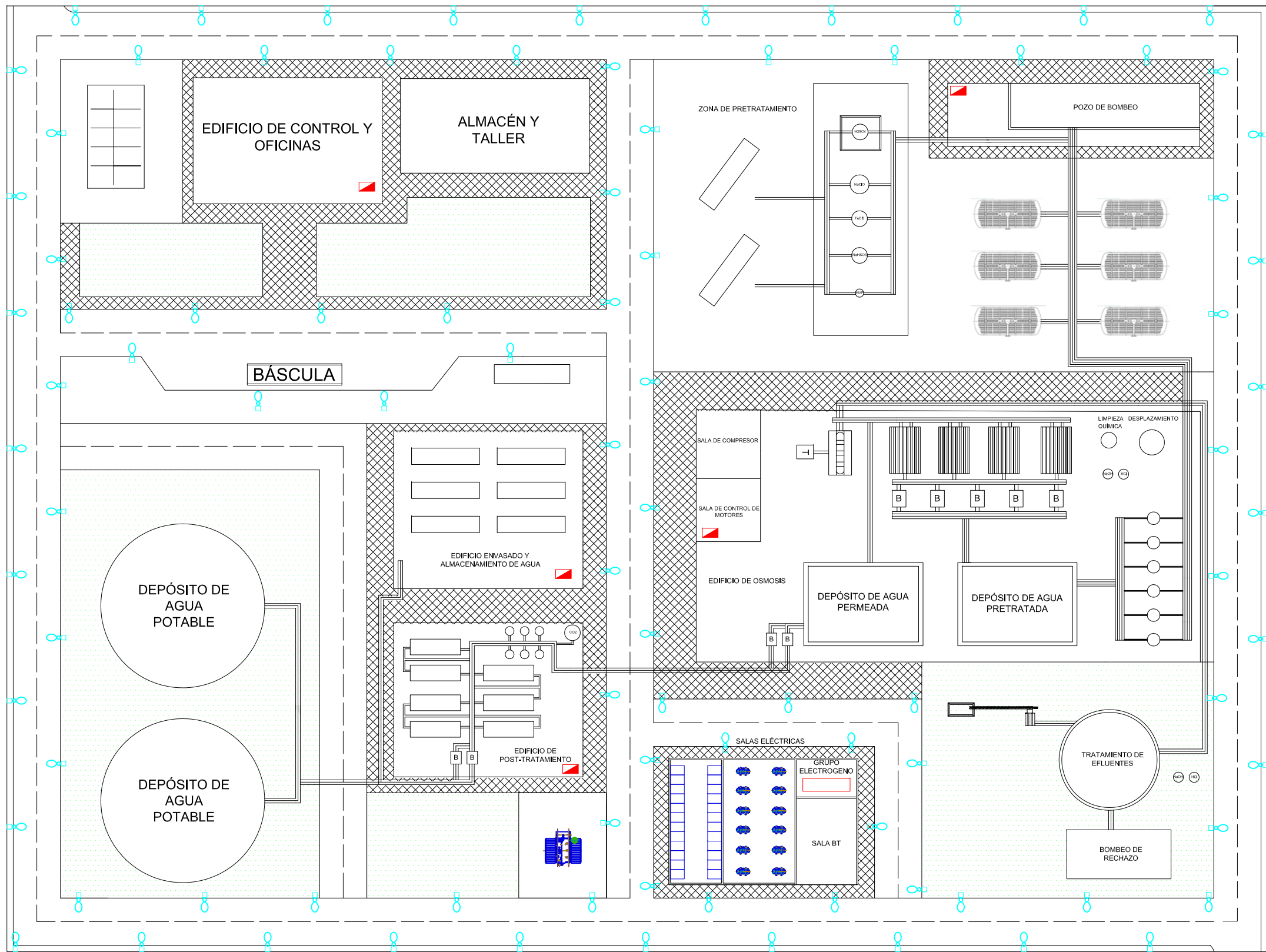


Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	LUM_008	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
<div></div>			<div></div>		
FIRMA:			INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	NOMBRE	FECHA	<div> UNIVERSIDAD DE SEVILLA</div>		
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:	S.R.M.	ago-16			
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA	FORMATO	
38	Planos Luminarias IMPLANTACIÓN		S/D	A3	
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

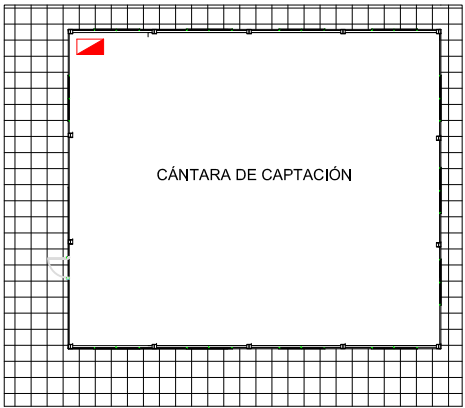
CENTRO DE LLEGADA, PROTECCION, MEDIDA, SINCRONISMO Y DISTRIBUCION




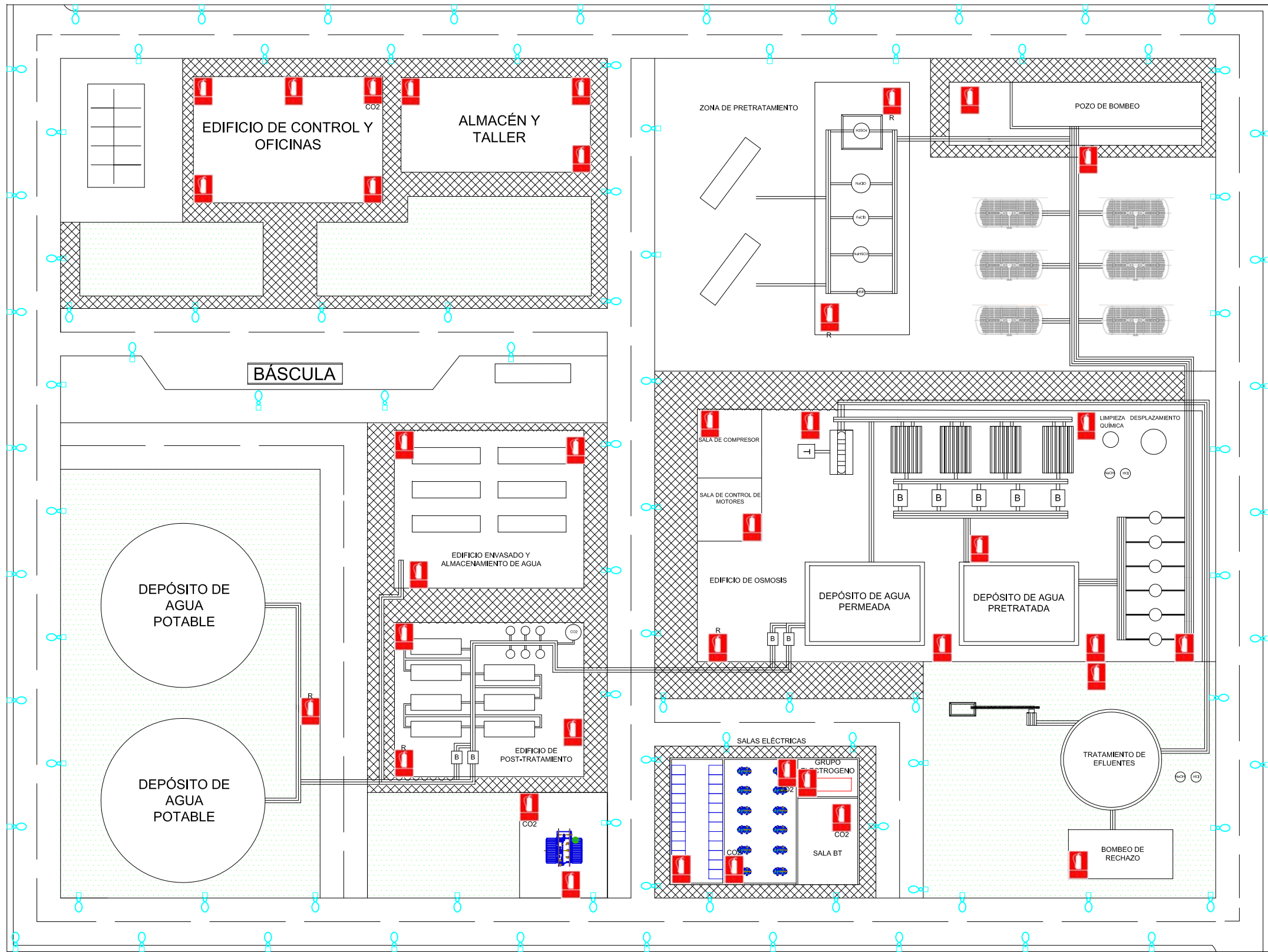
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	ELECT_001	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
39	Planos Luminarias			S/D	A3
	UNIFILAR AT Y BT				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					






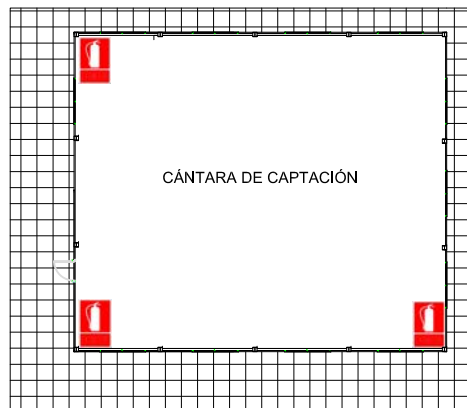
CUADROS ELÉCTRICOS



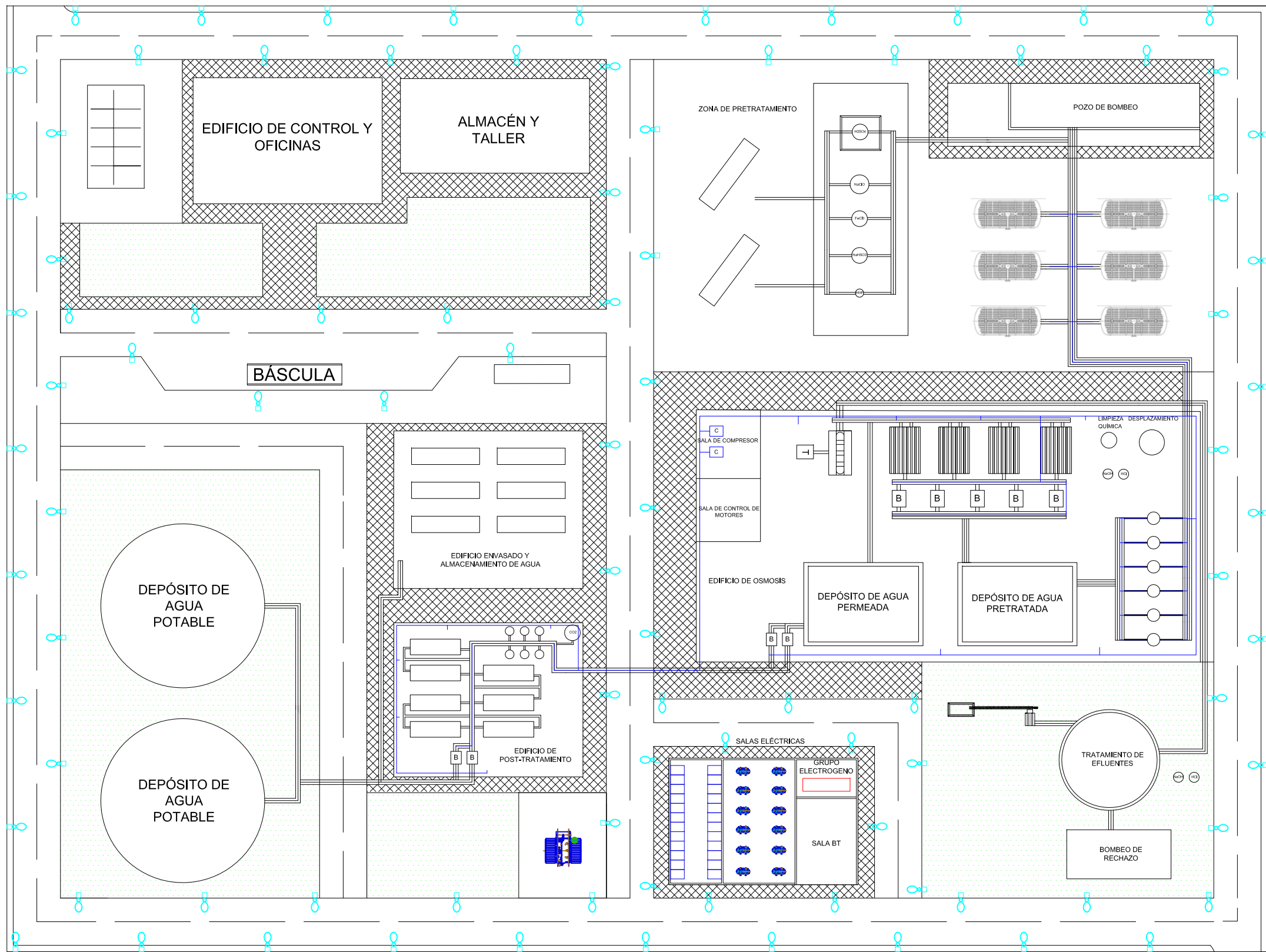
Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	ELECT_002	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
40	Planos Luminarias			S/D	A3
	Esquema de cuadros eléctricos				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



-  EXTINTOR DE AGUA
-  EXTINTOR DE CO2
-  EXTINTOR CON RUEDAS



Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	IAUX_001	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:					
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA:		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:		ESCALA		FORMATO
41	Planos Instalaciones Auxiliares		S/D		A3
Instalación contra incendios					
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					



LINEAS DE AIRE COMPRIMIDO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	PROYECTADO	APROBADO
0	17/08/2016	IAUX_002	S.R.M.	S.R.M.	
PROYECTO:					
INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA					
EL INGENIERO INDUSTRIAL:			CLIENTE:		
					
FIRMA:			INGENIERÍA:		
	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD DE SEVILLA		
DIBUJADO:	S.R.M.	ago-16			
PROYECTADO:	S.R.M.	ago-16			
APROBADO:					
PLANO Nº	DENOMINACIÓN:			ESCALA	FORMATO
42	Planos Instalaciones Auxiliares			S/D	A3
	Instalación de aire comprimido				
Este documento ha sido realizado por S.R.M como Proyecto de Fin de Grado para la Universidad de Sevilla, queda completamente prohibida su copia y/o distribución sin el consentimiento del autor.					

**INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA
DE AGUA DE MAR DE 40.000 M³/DÍA DE
CAPACIDAD**


ANEXO IV


HOJAS DE DATOS


Índice


Índice	3
1 Depósitos	4
2 Bombas y soplantes	21
3 Agitadores	39
4 filtros	45
5 Tornillo sin fin	48
6 Centrífuga	50
7 Hojas de datos de membranas por el fabricante	52


1 DEPÓSITOS


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-001	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M ³ /DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Cántara de captación	
Nº de ítem	D-001	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Agua Bruta	
Densidad del fluido (kg/m ³)	1020	
Viscosidad del fluido (cP)	1,1	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	(1)	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Hormigón armado enterrado	
Tipo de fondo / techo	Plano / Abierto	
Capacidad nominal (m ³)	3726	
Alto (mm)	6000	
Ancho (mm)	23000	
Largo (mm)	27000	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Depósito	Hormigón Armado	
Soporte interno (si aplica)	AISI 904L	
Elementos internos (si aplica)	AISI 904L	
Tornillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	AISI 904L
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico	No	
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	No aplica
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	No aplica
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	No	
Escaleras	Si	
Skimmer	No	
Cuello de cisne en venteo	No aplica	
Deflectores para el agitador	No aplica	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-002	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA: Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Pozo de bombeo	
Nº de ítem	D-002	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Agua Bruta	
Densidad del fluido (kg/m3)	1020	
Viscosidad del fluido (cP)	1,1	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	(1)	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Hormigón armado enterrado	
Tipo de fondo / techo	Plano / Abierto	
Capacidad nominal (m3)	1260	
Alto (mm)	6000	
Ancho (mm)	7000	
Largo (mm)	30000	
Calorífugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Depósito	Hormigón Armado	
Soporte interno (si aplica)	AISI 904L	
Elementos internos (si aplica)	AISI 904L	
Tomillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	AISI 904L
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico	No	
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	No aplica
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	No aplica
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	No	
Escaleras	Si	
Skimmer	No	
Cuello de cisne en venteo	No aplica	
Deflectores para el agitador	No aplica	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-003	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de agua pretratada	
Nº de ítem	D-003	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Agua Pretratada	
Densidad del fluido (kg/m3)	1020	
Viscosidad del fluido (cP)	1,1	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	(1)	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Hormigón armado semienterrado	
Tipo de fondo / techo	Plano / Plano	
Capacidad nominal (m3)	1260	
Alto (mm)	6000	
Ancho (mm)	12000	
Largo (mm)	17500	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Depósito	Hormigón Armado	
Soporte interno (si aplica)	AISI 904L	
Elementos internos (si aplica)	AISI 904L	
Tornillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	AISI 904L
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico	No	
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	No aplica
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	No aplica
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	1 para la boca de hombre	
Escaleras	Si	
Skimmer	No	
Cuello de cisne en venteo	Si	
Deflectores para el agitador	No aplica	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-004	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M ³ /DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA: Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de agua permeada	
Nº de ítem	D-004	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Agua permeada	
Densidad del fluido (kg/m ³)	1000	
Viscosidad del fluido (cP)	1	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	(1)	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Hormigón armado enterrado	
Tipo de fondo / techo	Plano / Plano	
Capacidad nominal (m ³)	1260	
Alto (mm)	6000	
Ancho (mm)	12000	
Largo (mm)	17500	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Depósito	Hormigón armado semienterrado	
Soporte interno (si aplica)	AISI 904L	
Elementos internos (si aplica)	AISI 904L	
Tomillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	AISI 904L
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico	No	
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	No aplica
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	No aplica
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	1 para la boca de hombre	
Escaleras	Si	
Skimmer	No	
Cuello de cisne en venteo	Si	
Deflectores para el agitador	No aplica	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-005	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de agua producto	
Nº de ítem	D-005	
Cantidad	2	
Fluido / Servicio	Agua Potable	
Densidad del fluido (kg/m3)	1000	
Viscosidad del fluido (cP)	1	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	(1)	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Hormigón armado	
Tipo de fondo / techo	Plano / Plano	
Capacidad nominal (m3)	15000	
Diámetro (mm)	26000	
Alto (mm)	30000	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Depósito	Hormigón Armado	
Soporte interno (si aplica)	AISI 904L	
Elementos internos (si aplica)	AISI 904L	
Tornillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	AISI 904L
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico	No	
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	1 para la boca de hombre	
Escaleras	Si	
Skimmer	No	
Cuello de cisne en venteo	Si	
Deflectores para el agitador	No aplica	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-006	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de desplazamiento	
Nº de ítem	D-006	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Agua permeada	
Densidad del fluido (kg/m3)	1000	
Viscosidad del fluido (cP)	1	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	90	
Coefficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	4000	
Altura de virola (mm)	7500	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorífugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		PRFV
Soporte de techo (si aplica)		PRFV
Soporte interno (si aplica)		PRFV
Anillo rigidizadores (si aplica)		PRFV
Elementos internos (si aplica)		PRFV
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PRFV
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		1 para la boca de hombre
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		No
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-007	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M ³ /DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de limpieza química	
Nº de ítem	D-007	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Agua permeada + Dosificaciones químicas	
Densidad del fluido (kg/m ³)	1000	
Viscosidad del fluido (cP)	1	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m ³)	12	
Coefficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	2500	
Altura de virola (mm)	2650	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	Si	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo	PRFV	
Soporte de techo (si aplica)	PRFV	
Soporte interno (si aplica)	PRFV	
Anillo rigidizadores (si aplica)	PRFV	
Elementos internos (si aplica)	PRFV	
Tornillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PRFV
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	1 para la boca de hombre	
Escaleras	No	
Skimmer	No	
Clips de aislamiento	No	
Cuello de cisne en venteo	Si	
Deflectores para el agitador	Si	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-008	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Decantador	
Nº de ítem	D-008	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Agua rechazada	
Densidad del fluido (kg/m3)	1040	
Viscosidad del fluido (cP)	1,3	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	(1)	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Hormigón armado enterrado	
Tipo de fondo / techo	Cónico (20°) / Abierto	
Capacidad nominal (m3)	1000	
Diámetro (mm)	16000	
Alto (mm)	4000	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Raspador de fondo	Si	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Depósito	Hormigón Armado	
Soporte interno (si aplica)	AISI 904L	
Elementos internos (si aplica)	AISI 904L	
Tomillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	AISI 904L
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico	No	
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	No	
Escaleras	No	
Skimmer	Si	
Cuello de cisne en venteo	No	
Deflectores para el agitador	No	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-009	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de NaClO (13%)	
Nº de ítem	D-009	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	NaClO (13%)	
Densidad del fluido (kg/m3)	1027	
Viscosidad del fluido (cP)	1,4	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	40	
Coeficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	3000	
Altura de virola (mm)	5950	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		PRFV
Soporte de techo (si aplica)		PRFV
Soporte interno (si aplica)		PRFV
Anillo rigidizadores (si aplica)		PRFV
Elementos internos (si aplica)		PRFV
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		1 para la boca de hombre
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		No
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-010	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de H2SO4 (98%)	
Nº de ítem	D-010	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	H2SO4 (98%)	
Densidad del fluido (kg/m3)	1800	
Viscosidad del fluido (cP)	21	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	15	
Coeficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	2500	
Altura de virola (mm)	3300	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		PPAD
Soporte de techo (si aplica)		PPAD
Soporte interno (si aplica)		PPAD
Anillo rigidizadores (si aplica)		PPAD
Elementos internos (si aplica)		PPAD
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	PPAD
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		1 para la boca de hombre
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		No
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-011	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de FeCl3 (40%)	
Nº de ítem	D-011	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	FeCl3 (40%)	
Densidad del fluido (kg/m3)	1400	
Viscosidad del fluido (cP)	17	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	25	
Coeficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	2500	
Altura de virola (mm)	5350	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		PRFV
Soporte de techo (si aplica)		PRFV
Soporte interno (si aplica)		PRFV
Anillo rigidizadores (si aplica)		PRFV
Elementos internos (si aplica)		PRFV
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		1 para la boca de hombre
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		No
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-012	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de NaHSO ₃ (40%)	
Nº de ítem	D-012	
Cantidad	2	
Fluido / Servicio	NaHSO ₃ (40%)	
Densidad del fluido (kg/m ³)	1340	
Viscosidad del fluido (cP)	4	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m ³)	10	
Coefficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	2500	
Altura de virola (mm)	2250	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorífugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	Si	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		PRFV
Soporte de techo (si aplica)		PRFV
Soporte interno (si aplica)		PRFV
Anillo rigidizadores (si aplica)		PRFV
Elementos internos (si aplica)		PRFV
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		1 para la boca de hombre
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		Si
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		

	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-013	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de HMP (5,5%)	
Nº de ítem	D-013	
Cantidad	2	
Fluido / Servicio	HMP (5,5%)	
Densidad del fluido (kg/m3)	1024	
Viscosidad del fluido (cP)	---	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35 / 45	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	2,5	
Coeficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	1300	
Altura de virola (mm)	2340	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorífugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	Si	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		PRFV
Soporte de techo (si aplica)		PRFV
Soporte interno (si aplica)		PRFV
Anillo rigidizadores (si aplica)		PRFV
Elementos internos (si aplica)		PRFV
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		No
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		Si
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-014	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de CO2 (99,9%)	
Nº de ítem	D-014	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	CO2 (99,9%)	
Densidad del fluido (kg/m3)	1030	
Viscosidad del fluido (cP)	0,015	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	-50	
Presión de operación (barg)	24	
Presión de diseño (barg)	30	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	ASME VIII División 1 / Directiva de Equipos a Presión 97/23/EC	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	13	
Coefficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	2500	
Altura de virola (mm)	3000	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		AISI 304L
Soporte de techo (si aplica)		AISI 304L
Soporte interno (si aplica)		AISI 304L
Anillo rigidizadores (si aplica)		AISI 304L
Elementos internos (si aplica)		AISI 304L
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	AISI 304L
	Tuberías	AISI 304L
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		No
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		No
Deflectores para el agitador		No
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-015	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de HCl (37%)	
Nº de ítem	D-015	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	HCl (37%)	
Densidad del fluido (kg/m3)	1190	
Viscosidad del fluido (cP)	2,05	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	3	
Coeficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	1600	
Altura de virola (mm)	2250	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorífugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo	PRFV	
Soporte de techo (si aplica)	PRFV	
Soporte interno (si aplica)	PRFV	
Anillo rigidizadores (si aplica)	PRFV	
Elementos internos (si aplica)	PRFV	
Tornillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		No
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		No
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-016	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Depósito de NaOH(50%)	
Nº de ítem	D-016	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	NaOH(50%)	
Densidad del fluido (kg/m3)	1520	
Viscosidad del fluido (cP)	78	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35	
Presión de operación (barg)	0	
Presión de diseño (barg)	3	
Eficiencia de soldadura (%)	No aplica	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	British Standard 4994	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	3	
Coeficiente de llenado (%)	0,9	
Diámetro interior (mm)	1600	
Altura de virola (mm)	2250	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorífugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo		PRFV
Soporte de techo (si aplica)		PRFV
Soporte interno (si aplica)		PRFV
Anillo rigidizadores (si aplica)		PRFV
Elementos internos (si aplica)		PRFV
Tornillos / Tuercas		A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M
Tubuladuras	Bridas	PRFV
	Tuberías	PEAD
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico		No
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas		No
Escaleras		No
Skimmer		No
Clips de aislamiento		No
Cuello de cisne en venteo		Si
Deflectores para el agitador		No
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


	HOJA DE DATOS DE DEPÓSITOS	
	ITEM: D-017	
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD		REFERENCIA:
		Hoja: 1/1
CLIENTE:		FECHA: 06/08/16
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS		APLICACIÓN: DESALACIÓN
1. SERVICIO		
Denominación	Calderín de aire comprimido	
Nº de ítem	D-017	
Cantidad	1	
Fluido / Servicio	Aire	
Densidad del fluido (kg/m3)	1	
Viscosidad del fluido (cP)	0,01	
2. DATOS DE DISEÑO		
Temperatura máxima / diseño (°C)	35/ 45	
Presión de operación (barg)	8,5	
Presión de diseño (barg)	10	
Espesor de corrosión (mm)	0	
Código de diseño	ASME VIII División 1 / Directiva de Equipos a Presión 97/23/EC	
3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Tipo de depósito	Cilíndrico vertical	
Tipo de fondo / techo	Korbbogen/Korbbogen	
Capacidad nominal (m3)	5	
Coefficiente de llenado (%)	0,9	
Altura (Techo / Fondo / Total) (mm)	(1)	
Calorifugado (Tipo / Espesor / Densidad)	No	
Agitador	No	
Camisa de refrigeración (Diámetro de tubuladura)	No	
Tipo de juntas	Teflon	
4. MATERIALES		
Techo / virola / fondo	Aluminio	
Soporte de techo (si aplica)	Aluminio	
Soporte interno (si aplica)	Aluminio	
Anillo rigidizadores (si aplica)	Aluminio	
Elementos internos (si aplica)	Aluminio	
Tomillos / Tuercas	A-193-Gr.B8M / A-194-Gr.8M	
Tubuladuras	Bridas	Aluminio
	Tuberías	Aluminio
5. TRATAMIENTOS		
Trat. Térmico	No	
Trat. Superficial	Interno	Según código
	Externo	Según código
	Limpieza	Según código
	Pintura interna	Según código
	Pintura externa	Según código
6. ELEMENTOS INTERNOS		
Bridas ciegas	No	
Escaleras	No	
Skimmer	No	
Clips de aislamiento	No	
Cuello de cisne en venteo	No	
Deflectores para el agitador	No	
8. NOTAS		
(1) Por suministrador		


2 BOMBAS Y SOPLANTES


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-001					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M ³ /DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	5					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Sumergible					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua Bruta					
Caudal (m ³ /h)	1242					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m ³)	1020					
Viscosidad (cP)	1,1					
Presión de aspiración (barg)	0,5					
Presión de impulsión (barg)	5					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	ABS XFP 250M-CH2					
Altura de suministro (m)	50					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	168,1					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-002					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	6					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Sumergible					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua Bruta					
Caudal (m³/h)	720					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1020					
Viscosidad (cP)	1,1					
Presión de aspiración (barg)	0,5					
Presión de impulsión (barg)	5					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	ABS XFP 200M-CH2					
Altura de suministro (m)	50					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	(2) Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	(2) Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	134,4					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-003					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:	Hoja: 1/1	
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	5					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Alta presión multietapa de cámara partida					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua Pretratada					
Caudal (m³/h)	926					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1020					
Viscosidad (cP)	1,1					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión/máxima (barg)	59,04/65					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	MSD-RO					
Altura de suministro (m)	588,23					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	1904,6					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-004					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	1					
Localización	Interior					
Fabricante	(1)					
Tipo de bomba	Turbina pelton					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua Pretratada					
Caudal (m³/h)	2036,4					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1040					
Viscosidad (cP)	1,3					
Presión de aspiración (barg)	555,3					
Presión de impulsión (barg)	1					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	(1)					
Modelo	Turbina pelton					
Altura de suministro (m)	10					
Eficiencia turbina (%)	0,84					
Material del Impulsor/Eje	Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	2445,2					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-005					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	1					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Centrífuga					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua rechazada					
Caudal (m³/h)	918					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1040					
Viscosidad (cP)	1,3					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	4					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	AHLSTAR W RANGE TYPE WPP/T					
Altura de suministro (m)	40					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	101,9					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-006					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	5					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Centrífuga					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua rechazada					
Caudal (m³/h)	509,25					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1040					
Viscosidad (cP)	1,3					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	5					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	(1)					
Altura de suministro (m)	50					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	62,82					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-007					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:	Hoja: 1/1	
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	2					
Localización	Interior					
Fabricante	Jesco					
Tipo de bomba	Dosificadora					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	NaClO (13%)					
Caudal (L/h)	110					
Tª operación (°C)	25					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1027					
Viscosidad (cP)	1,4					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	10					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Jesco					
Modelo	MEMDOS E/DX 160					
Altura de suministro (m)	100					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Teflón/Teflón					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	0,37					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-008					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	2					
Localización	Interior					
Fabricante	Jesco					
Tipo de bomba	Dosificadora					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	H2SO4 (98%)					
Caudal (L/h)	41					
Tª operación (°C)	25					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1800					
Viscosidad (cP)	21					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	10					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Jesco					
Modelo	MEMDOS E/DX 50					
Altura de suministro (m)	100					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Teflón/Teflón					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	0,05					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-009					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:	Hoja: 1/1	
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	2					
Localización	Interior					
Fabricante	Jesco					
Tipo de bomba	Dosificadora					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Cl3Fe (40%)					
Caudal (L/h)	64					
Tª operación (°C)	25					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1400					
Viscosidad (cP)	17					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	10					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Jesco					
Modelo	MEMDOS E/DX 75/76					
Altura de suministro (m)	100					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Teflón/Teflón					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	0,25					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-010					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:	Hoja: 1/1	
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	2					
Localización	Interior					
Fabricante	Jesco					
Tipo de bomba	Dosificadora					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	NaHSO ₃ (40%)					
Caudal (L/h)	118,5					
Tª operación (°C)	25					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1340					
Viscosidad (cP)	4					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	10					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Jesco					
Modelo	MEMDOS E/DX 160					
Altura de suministro (m)	100					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Teflón/Teflón					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	0,12					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-011					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	2					
Localización	Interior					
Fabricante	Jesco					
Tipo de bomba	Dosificadora					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	HMP (5,5%)					
Caudal (L/h)	27,3					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1024					
Viscosidad (cP)	---					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	10					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Jesco					
Modelo	MEMDOS E/DX 50					
Altura de suministro (m)	100					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Teflón/Teflón					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	0,05					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-012					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:	Hoja: 1/1	
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	4					
Localización	Interior					
Fabricante	Jesco					
Tipo de bomba	Dosificadora					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	HCl (37%)					
Caudal (L/h)	20					
Tª operación (°C)	25					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1190					
Viscosidad (cP)	2,05					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	10					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Jesco					
Modelo	MEMDOS E/DX 50					
Altura de suministro (m)	100					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Teflón/Teflón					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	0,05					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-013					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	4					
Localización	Interior					
Fabricante	Jesco					
Tipo de bomba	Dosificadora					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	NaOH (50%)					
Caudal (L/h)	20					
Tª operación (°C)	25					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1520					
Viscosidad (cP)	78					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	10					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Jesco					
Modelo	MEMDOS E/DX 50					
Altura de suministro (m)	100					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Teflón/Teflón					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	0,05					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios

	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-014					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD					REFERENCIA:	Hoja: 1/1
CLIENTE:					FECHA: 06/08/16	
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS					APLICACIÓN: DESALACIÓN	
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	1					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Centrífuga					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua permeada					
Caudal (m³/h)	10					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1000					
Viscosidad (cP)	1					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	3					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	(1)					
Altura de suministro (m)	30					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	AISI 304L / AISI 304L					
Material carcasa	AISI 304L					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	1,1					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-015					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	1					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Centrífuga					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua permeada + Dosificaciones químicas					
Caudal (m³/h)	10					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1040					
Viscosidad (cP)	1,3					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	4					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	(1)					
Altura de suministro (m)	40					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	AISI 304L / AISI 304L					
Material carcasa	AISI 304L					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	1,1					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-016					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	2					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Centrífuga					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua permeada					
Caudal (m³/h)	1691,1					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1000					
Viscosidad (cP)	1					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	3					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	(1)					
Altura de suministro (m)	30					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica(%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	180,53					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE BOMBAS					
	ITEM: B-017					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	2					
Localización	Interior					
Fabricante	Sulzer					
Tipo de bomba	Centrífuga					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Agua permeada					
Caudal (m³/h)	1691,1					
Tª operación (°C)	27,1					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1000					
Viscosidad (cP)	1					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	4					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA						
Marca	Sulzer					
Modelo	(1)					
Altura de suministro (m)	40					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	Superduplex/Superduplex					
Material carcasa	Superduplex					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	240,71					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE SOPLANTES					
	ITEM: S-001					
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE 40.000 M3/DÍA DE CAPACIDAD				REFERENCIA:	Hoja: 1/1	
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	1					
Localización	Exterior					
Fabricante	(1)					
Tipo de soplante	Centrífuga					
Código de diseño	(1)					
2. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Fluido	Aire					
Caudal (m³/h)	2550					
Tª operación (°C)	25					
Tª diseño (°C)	45					
Densidad fluido (kg/m³)	1					
Viscosidad (cP)	0,01					
Presión de aspiración (barg)	0					
Presión de impulsión (barg)	1,8					
NPSH disponible	(1)					
3. CARACTERÍSTICAS DE LA SOPLANTE						
Marca	(1)					
Modelo	(1)					
Altura de suministro (m.c.a)	18					
Eficiencia mecánica (%)	0,95					
Eficiencia eléctrica (%)	0,85					
Material del Impulsor/Eje	AISI 304L/ AISI 304L					
Material carcasa	PPAD					
Norma	(1)					
Diámetro de aspiración (mm)	(1)					
Diámetro de impulsión (mm)	(1)					
Diámetro de rodete máximo (mm)	(1)					
Frecuencia (Hz)	50					
Velocidad máxima de giro del rodete (rpm)	(1)					
Potencia (kW)	84					
Voltaje (V)	380/420					
Peso (kg)	(1)					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


3 AGITADORES


	HOJA DE DATOS DE AGITADORES					
	ITEM: A-001					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR					REFERENCIA:	Hoja: 1/2
CLIENTE:					FECHA: 06/08/16	
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS					APLICACIÓN: DESALACIÓN	
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades:	1					
Localización:	D-007					
Fabricante	(1)					
Tipo de agitador	Hélice 3 palas					
Código de diseño:	(1)					
2. DATOS DE PROCESO						
Producto a disolver	HCl y NaOH					
Densidad de mezcla máxima	1000					
Volumen del tanque (m³)	12					
Diámetro interior del tanque (m)	2,17					
Altura vírola (m)	3,25					
Temperatura Operación/Diseño (°C)	25/45					
pH	7,1					
Compuestos tóxicos	NO					
Viscosidad máxima (cP)	1,2					
Presión de Operación/Diseño (barg)	0/0,5					
3. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Velocidad	(1)					
Tipo de flujo	Axial con deflectores					
Diámetro pala/Diámetro Tanque	0,33					
Capacidad de agitación	(1)					
Variador de frecuencia	SI					
Longitud máxima del eje	(1)					
Accionamiento directo	NO					
Motor-reductor	A ejes paralelos					
Fijación	(1)					
Tipo estanqueidad	Doble retén vitón					
Tipo rodamientos	(1)					
Dimensiones cabezal	(1)					
Anclaje a la superficie	(1)					
Intensidad sonora máxima (dB)	<80					
Par máximo	(1)					
Intercambiabilidad elem.	SI					
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios

	HOJA DE DATOS DE AGITADORES					
	ITEM: A-001					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR				REFERENCIA:		Hoja: 2/2
CLIENTE: JAB BIOCHEMICALS				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: LOIU (BILBAO)				APLICACIÓN: QUÍMICA FINA		
4. DATOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN						
Motor eléctrico						
	Rotor				(1)	
	Protección				IP55	
	Aislamiento				(1)	
	Forma constructiva				(1)	
	Arranque				(1)	
	Voltaje (V)				400	
	Frecuencia (Hz)				50	
	Nº Polos				4	
	Potencia (kW)				2,62	
Dimensiones y peso						
	Longitud total				(1)	
	Ancho total				(1)	
	Profundidad total				(1)	
	Peso				(1)	
5. MATERIALES						
	Cuerpo				AISI 316L	
	Eje				AISI 316L	
	Impulsor				AISI 316L	
	Asa de elevación				AISI 316L	
	Tornillería				AISI 316L	
	Turbina				AISI 316L	
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE AGITADORES					
	ITEM: A-002					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR					REFERENCIA:	Hoja: 1/2
CLIENTE:					FECHA: 06/08/16	
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS					APLICACIÓN: DESALACIÓN	
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades:	2					
Localización:	D-012					
Fabricante	(1)					
Tipo de agitador	Hélice 3 palas					
Código de diseño:	(1)					
2. DATOS DE PROCESO						
Producto a disolver	NaHSO ₃					
Densidad de mezcla máxima	1340					
Volumen del tanque (m ³)	10					
Diámetro interior del tanque (m)	2,04					
Altura vírola (m)	3,06					
Temperatura Operación/Diseño (°C)	25/45					
pH	7,1					
Compuestos tóxicos	NO					
Viscosidad máxima (cP)	4					
Presión de Operación/Diseño (barg)	0/0,5					
3. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Velocidad	(1)					
Tipo de flujo	Axial con deflectores					
Diámetro pala/Diámetro Tanque	0,33					
Capacidad de agitación	(1)					
Variador de frecuencia	SI					
Longitud máxima del eje	(1)					
Accionamiento directo	NO					
Motor-reductor	A ejes paralelos					
Fijación	(1)					
Tipo estanqueidad	Doble retén vitón					
Tipo rodamientos	(1)					
Dimensiones cabezal	(1)					
Anclaje a la superficie	(1)					
Intensidad sonora máxima (dB)	<80					
Par máximo	(1)					
Intercambiabilidad elem.	SI					
OA	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE AGITADORES					
	ITEM: A-002					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR				REFERENCIA:		Hoja: 2/2
CLIENTE: JAB BIOCHEMICALS				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: LOIU (BILBAO)				APLICACIÓN: QUÍMICA FINA		
4. DATOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN						
Motor eléctrico						
	Rotor				(1)	
	Protección				IP55	
	Aislamiento				(1)	
	Forma constructiva				(1)	
	Arranque				(1)	
	Voltaje (V)				400	
	Frecuencia (Hz)				50	
	Nº Polos				4	
	Potencia (kW)				2,51	
Dimensiones y peso						
	Longitud total				(1)	
	Ancho total				(1)	
	Profundidad total				(1)	
	Peso				(1)	
5. MATERIALES						
	Cuerpo				AISI 316L	
	Eje				AISI 316L	
	Impulsor				AISI 316L	
	Asa de elevación				AISI 316L	
	Tornillería				AISI 316L	
	Turbina				AISI 316L	
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE AGITADORES					
	ITEM: A-003					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR					REFERENCIA:	Hoja: 1/2
CLIENTE:					FECHA: 06/08/16	
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS					APLICACIÓN: DESALACIÓN	
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades:	2					
Localización:	D-013					
Fabricante	(1)					
Tipo de agitador	Hélice 3 palas					
Código de diseño:	(1)					
2. DATOS DE PROCESO						
Producto a disolver	HMP					
Densidad de mezcla máxima	1024					
Volumen del tanque (m³)	2,5					
Diámetro interior del tanque (m)	2,04					
Altura vírola (m)	3,06					
Temperatura Operación/Diseño (°C)	25/45					
pH	7,1					
Compuestos tóxicos	NO					
Viscosidad máxima (cP)	---					
Presión de Operación/Diseño (barg)	0/0,5					
3. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Velocidad	(1)					
Tipo de flujo	Axial con deflectores					
Diámetro pala/Diámetro Tanque	0,33					
Capacidad de agitación	(1)					
Variador de frecuencia	SI					
Longitud máxima del eje	(1)					
Accionamiento directo	NO					
Motor-reductor	A ejes paralelos					
Fijación	(1)					
Tipo estanqueidad	Doble retén vitón					
Tipo rodamientos	(1)					
Dimensiones cabezal	(1)					
Anclaje a la superficie	(1)					
Intensidad sonora máxima (dB)	<80					
Par máximo	(1)					
Intercambiabilidad elem.	SI					
OA	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios

	HOJA DE DATOS DE AGITADORES					
	ITEM: A-003					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR				REFERENCIA:		Hoja: 2/2
CLIENTE: JAB BIOCHEMICALS				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: LOIU (BILBAO)				APLICACIÓN: QUÍMICA FINA		
4. DATOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN						
Motor eléctrico						
	Rotor				(1)	
	Protección				IP55	
	Aislamiento				(1)	
	Forma constructiva				(1)	
	Arranque				(1)	
	Voltaje (V)				400	
	Frecuencia (Hz)				50	
	Nº Polos				4	
	Potencia (kW)				0,18	
Dimensiones y peso						
	Longitud total				(1)	
	Ancho total				(1)	
	Profundidad total				(1)	
	Peso				(1)	
5. MATERIALES						
	Cuerpo				AISI 316L	
	Eje				AISI 316L	
	Impulsor				AISI 316L	
	Asa de elevación				AISI 316L	
	Tornillería				AISI 316L	
	Turbina				AISI 316L	
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


4 FILTROS

		HOJA DE DATOS DE FILTROS					
		ITEM: F-001					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR					REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:					FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS					APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Número de Unidades:	6						
Localización:	Exterior						
Fabricante	Degremont						
Tipo de filtro	Arena-Antracita						
Código de diseño:	(1)						
2. DATOS DE PROCESO							
Presión de Operación/Diseño (barg)	6/8						
Temperatura Operación/Diseño (°C)	27,1/40						
Caudal por filtro (m³/h)	740,8						
pH	7,1						
Viscosidad máxima (cP)	1,1						
Velocidad de filtración de diseño (m/h)	15						
Velocidad de filtración máxima (m/h)	20						
Pérdida de carga máxima (barg)	1						
3. CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO							
Superficie filtrante (m²)	51						
Diámetro (m)	(1)						
Longitud (m)	(1)						
Espesor capa filtrante (cm)	(1)						
Coefficiente de uniformidad	(1)						
Material	Acero galvanizado						
6. NOTAS							
(1) Datos a suministrar por fabricante							
(2) Datos a confirmar por el fabricante							
7. OBSERVACIONES							
Carcasa con recubrimiento interno de material plástico para evitar corrosión.							
OA	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.			
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios	


	HOJA DE DATOS DE FILTROS					
	ITEM: F-002					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades:	8					
Localización:	Exterior					
Fabricante	Putsch					
Tipo de filtro	Cartuchos					
Código de diseño:	(1)					
2. DATOS DE PROCESO						
Presión de Operación/Diseño (barg)	5/7					
Temperatura Operación/Diseño (°C)	27,1/40					
Caudal por filtro/máximo (m³/h)	529,14/600					
pH	7,1					
Viscosidad máxima (cP)	1,1					
Pérdida de carga máxima (barg)	1					
3. CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO						
Superficie filtrante (m²)	2,84					
Diámetro (m)	(1)					
Longitud (m)	(1)					
Luz de malla (micras)	5					
Nº Cartuchos por filtro	12					
Longitud cartucho (m)	1,5					
Material carcasa	AISI 316L					
Material cartuchos	Polipropileno					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios


	HOJA DE DATOS DE FILTROS					
	ITEM: F-003					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR				REFERENCIA:		Hoja: 1/1
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades:	2					
Localización:	Exterior					
Fabricante	Putsch					
Tipo de filtro	Cartuchos					
Código de diseño:	(1)					
2. DATOS DE PROCESO						
Presión de Operación/Diseño (barg)	3/4,5					
Temperatura Operación/Diseño (°C)	27,1/40					
Caudal por filtro/máximo (m³/h)	10 / 20					
pH	7,1					
Viscosidad máxima (cP)	1,1					
Pérdida de carga máxima (barg)	1					
3. CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO						
Superficie filtrante (m²)	0,11					
Diámetro (m)	(1)					
Longitud (m)	(1)					
Luz de malla (micras)	5					
Nº Cartuchos por filtro	0,5					
Longitud cartucho (m)	1,5					
Material carcasa	AISI 316L					
Material cartuchos	Polipropileno					
6. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
7. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios

5 TORNILLO SIN FIN

	HOJA DE DATOS DE TORNILLO SIN FIN					
	ITEM: T-001					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR				REFERENCIA:		Hoja: 1/2
CLIENTE:				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS				APLICACIÓN: DESALACIÓN		
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	1					
Localización	Exterior					
Fabricante	(1)					
Código de diseño	(1)					
2. DATOS DE PROCESO						
Fluido de trabajo	Fangos producidos por incrustaciones					
Componentes corrosivos	No					
pH	7,5					
Compuestos tóxicos	No					
3. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Alimentación	Fangos producidos por incrustaciones					
Capacidad mínima (kg/h)	100					
Temperatura de operación (°C)	27,1					
Temperatura máxima (°C)	30					
Humedad (%)	10					
Densidad (kg/m3)	1000					
Viscosidad (cP)	No conocido					
4. ESPECIFICACIONES TORNILLO						
Tipo	(1)					
Diámetro del tornillo (mm)	(1)					
Paso (mm)	(1)					
Longitud total (mm)	10000					
Ángulo (°)	30					
Nivel de intensidad sonora (dBA)	<80					
Tipo sección de la hélice	(1)					
Peso desplazado por paso (gr/paso)	(1)					
Nivel de intensidad sonora (dBA)	(1)					
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios

6 CENTRÍFUGA

	HOJA DE DATOS DE CENTRÍFUGA					
	ITEM: CF-001					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR					REFERENCIA:	Hoja: 1/2
CLIENTE:					FECHA: 06/08/16	
LUGAR DE INSTALACIÓN: BARBADOS					APLICACIÓN: DESALACIÓN	
1. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Número de Unidades	1					
Localización	Exterior					
Fabricante	(1)					
Tipo de centrifuga	(1)					
Tipo de ejecución (simple, doble, ...)	(1)					
Criba cilíndrica cónica	(1)					
Código de diseño	(1)					
2. DATOS DE PROCESO						
Fluido de trabajo	Fangos producidos por incrustaciones					
Componentes corrosivos	No					
pH	7,5					
Compuestos tóxicos	No					
3. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Alimentación	Fangos producidos por incrustaciones					
Capacidad mínima (kg/batch)	100					
Temperatura de operación (°C)	27,1					
Temperatura máxima (°C)	30					
Humedad entrada (%)	30					
Humedad salida (%)	10					
4. ESPECIFICACIONES CENTRÍFUGA						
Diámetro de la pasta (mm)	(1)					
Golpe del mecanismo de empuje (veces/min)	(1)					
Potencia del motor de la bomba de aceite (kW)	(1)					
Ranura de tamiz	(1)					
Intercambiabilidad	(1)					
Materiales de construcción del equipo	Acero inoxidable					
Nivel de intensidad sonora (dBA)	(1)					
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios

	HOJA DE DATOS DE CENTRÍFUGA					
	ITEM: CF-001					
PROYECTO: INGENIERIA BASICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR				REFERENCIA:		Hoja: 2/2
CLIENTE: JAB BIOCHEMICALS				FECHA: 06/08/16		
LUGAR DE INSTALACIÓN: LOIU (BILBAO)				APLICACIÓN: QUÍMICA FINA		
5. DATOS PROYECTO MECÁNICO						
Tipo de cierre		(1)				
Partes internas		(1)				
Partes externas		(1)				
Aislamiento/acompañamiento/encamisado		(1)				
6. ACONDICIONAMIENTO ELÉCTRICO						
Potencia motor principal (kW)		(1)				
Potencia nominal (kW)		(1)				
Velocidad de giro (rpm)		(1)				
Frecuencia (Hz)		50				
Voltaje		400				
7. DIMENSIONES Y PESO						
Largo (mm)		(1)				
Ancho (mm)		(1)				
Profundidad (mm)		(1)				
Peso (kg)		(1)				
8. NOTAS						
(1) Datos a suministrar por fabricante						
(2) Datos a confirmar por el fabricante						
9. OBSERVACIONES						
0A	Para oferta	06/08/2016	S.R.M.	A.C.M.		
Revisión	Descripción	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Comentarios

7 HOJAS DE DATOS DE MEMBRANAS POR EL FABRICANTE



Product Data Sheet

DOW FILMTEC™ SW30HRLE–440i Element

High Rejection, Seawater Reverse Osmosis Element with *iLEC*™ Interlocking Endcaps

Description

Dow Water & Process Solutions offers various premium seawater reverse osmosis (RO) elements designed to help reduce capital and operation cost of desalination systems. DOW FILMTEC™ Elements combine excellent membrane quality with automated precision fabrication, taking system performance to exceptional levels.

DOW FILMTEC™ SW30HRLE–440i Elements offer sustainable lower lifecycle cost for medium- and high-salinity feedwater by combining high rejection and low energy performance with the highest active area and a thick feed spacer. Benefits of the DOW FILMTEC SW30HRLE–440i element include:

- Helps systems to be designed and operated to either lower operating cost through reduced energy consumption, or to decrease capital cost through higher productivity at lower operating fluxes.
- High NaCl and boron rejection to help meet World Health Organization (WHO) and other drinking water standards.
- Very high guaranteed active area of 440 ft² (41 m²) permits lower system cost by maximizing productivity and facilitating accurate and predictable system design and operating flux.
- The combination of very high active area with a thick feed spacer (28 mil) allows low cleaning frequency and high cleaning efficiency.
- Utilization of the distinct *iLEC*™ Interlocking Endcaps that help reduce system operating costs and the risk of O-ring leaks that can cause poor water quality (see Form No. 609-00446 for information on cost-saving benefits).
- Sustainable high performance over the operating lifetime of the element, because oxidative treatments are not used in membrane production. This is one reason DOW FILMTEC elements are more durable and may be cleaned more effectively over a wider pH range (1 – 13) than most other RO elements, which use oxidative treatments.
- Effective use in permeate staged seawater desalination systems without impairing the performance of the downstream stage.

Product Type

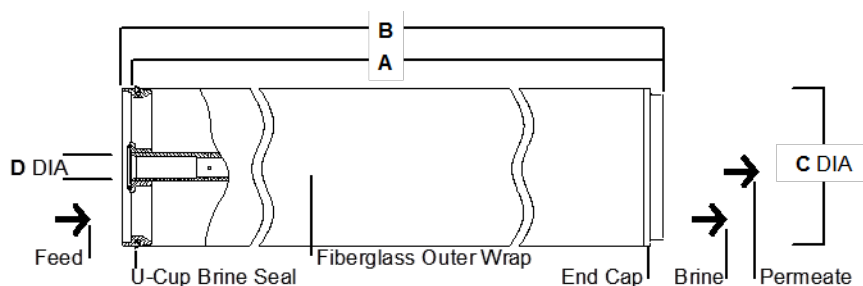
Spiral-wound element with polyamide thin-film composite membrane

Product Specifications

DOW FILMTEC™ Element	Active Area		Feed Spacer Thickness (mil)	Permeate Flow Rate		Stabilized Boron Rejection (%)	Stabilized Salt Rejection (%)
	(ft²)	(m²)		(GPD)	(m³/d)		
SW30HRLE-440i	440	41	28	8,000	30.2	92	99.80

1. The above values are normalized to the following conditions: 32,000 ppm NaCl, 5 ppm boron, 800 psi (5.5 MPa), 77°F (25°C), pH 8, 8% recovery.
2. Permeate flows for individual elements may vary $\pm 15\%$.
3. Minimum Salt Rejection is 99.65%.
4. Stabilized salt rejection is generally achieved within 24 – 48 hours of continuous use; depending upon feedwater characteristics and operating conditions.
5. Product specifications may vary slightly as improvements are implemented.
6. Active area guaranteed $\pm 5\%$. Active area as stated by Dow Water & Process Solutions is not comparable to the nominal membrane area figure often stated by some element suppliers. Measurement method described in Form No. 609-00434.

Element Dimensions



DOW FILMTEC™ Element	A		B		C		D	
	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)
SW30HRLE-440i	40.0	1,016	40.5	1,029	7.9	201	1.125 ID	29 ID

1. Refer to Dow Water & Process Solutions Design Guidelines for multiple-element applications. 1 inch = 25.4 mm
2. Element to fit nominal 8-inch (203-mm) I.D. pressure vessel.
3. Individual elements with *iLEC*™ Interlocking Endcaps measure 40.5 inches (1,029 mm) in length (B). The net length (A) of the elements when connected is 40.0 inches (1,016 mm).

Operating and Cleaning Limits

Maximum Operating Temperature ^a	113°F (45°C)
Maximum Operating Pressure	1,200 psig (83 bar)
Maximum Element Pressure Drop	15 psig (1.0 bar)
pH Range, Continuous Operation ^a	2 – 11
pH Range, Short-Term Cleaning (30 min.) ^b	1 – 13
Maximum Feed Silt Density Index (SDI)	SDI 5
Free Chlorine Tolerance ^c	< 0.1 ppm

^a Maximum temperature for continuous operation above pH 10 is 95°F (35°C).

^b Refer to guidelines in "[Cleaning Procedures](#)" for more information.

^c Under certain conditions, the presence of free chlorine and other oxidizing agents will cause premature membrane failure. Since oxidation damage is not covered under warranty, Dow Water & Process Solutions recommends removing residual free chlorine by pretreatment prior to membrane exposure. Please refer to technical bulletin "[Dechlorinating Feedwater](#)" for more information.

Additional Important Information

Before use or storage, review these additional resources for important information:

- [Usage Guidelines for DOW FILMTEC™ 8" Elements](#)
- [System Operation: Initial Start-Up](#)
- [Handling, Preservation and Storage](#)

Regulatory Note

These membranes may be subject to drinking water application restrictions in some countries; please check the application status before use and sale.

Product Stewardship

Dow has a fundamental concern for all who make, distribute, and use its products, and for the environment in which we live. This concern is the basis for our product stewardship philosophy by which we assess the safety, health, and environmental information on our products and then take appropriate steps to protect employee and public health and our environment. The success of our product stewardship program rests with each and every individual involved with Dow products—from the initial concept and research, to manufacture, use, sale, disposal, and recycle of each product.

Customer Notice

Dow strongly encourages its customers to review both their manufacturing processes and their applications of Dow products from the standpoint of human health and environmental quality to ensure that Dow products are not used in ways for which they are not intended or tested. Dow personnel are available to answer your questions and to provide reasonable technical support.

DOW FILMTEC™ Membranes Contact Dow Water & Process Solutions:

North America: 1-800-447-4369
Latin America: (+55) 11-5188-9222
Europe: +800-3-694-6367
Pacific: +800 7776 7776
China: +400 889-0789

www.dowwaterandprocess.com

Notice: The use of this product in and of itself does not necessarily guarantee the removal of cysts and pathogens from water. Effective cyst and pathogen reduction is dependent on the complete system design and on the operation and maintenance of the system.

NOTICE: No freedom from infringement of any patent owned by Dow or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for Customer's use and for ensuring that Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other government enactments. The product shown in this literature may not be available for sale and/or available in all geographies where Dow is represented. The claims made may not have been approved for use in all countries. Dow assumes no obligation or liability for the information in this document. References to "Dow" or the "Company" mean the Dow legal entity selling the products to Customer unless otherwise expressly noted. NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.

All information set forth herein is for informational purposes only. This information is general information and may differ from that based on actual conditions. Please note that physical properties may vary depending on certain conditions and while operating conditions stated in this document are intended to lengthen product lifespan and/or improve product performance, it will ultimately depend on actual circumstances and is in no event a guarantee of achieving any specific results. Nothing in this document should be treated as a warranty by Dow.





DOW FILMTEC™ SW30ULE–440i Element

Seawater Reverse Osmosis Element with *iLEC*™ Interlocking Endcaps

Description

Dow Water & Process Solutions offers various premium seawater reverse osmosis (RO) elements designed to help reduce capital and operation cost of desalination systems. DOW FILMTEC™ Elements combine premium membrane quality with automated precision fabrication which takes system performance to exceptional levels.

DOW FILMTEC™ SW30ULE–440i Elements are an element of choice for low- to medium-salinity and temperature waters, for permeate staged systems for stringent water quality targets, and for high feed salinity brackish water applications. It has a sustainable flowrate, coupled with high rejection of NaCl and boron. This performance can lead to significant capital and operation cost savings, especially when this element is mixed with other element types in the same pressure vessel, using the “internally staged design” approach. In addition, the combination of highest active area and a thick feed spacer results in higher productivity and lower cleaning frequency enabling sustainable lower lifecycle cost. Benefits of the DOW FILMTEC SW30ULE–440i element include:

- High flowrate, coupled with high rejection, allowing ultra-low energy consumptions. This enables lowest capital and operation cost in a seawater system.
- The highest guaranteed active area of 440 ft² (41 m²) permits lowest system cost by maximizing productivity and enables accurate and predictable system design and operating flux.
- The combination of highest active area with wide feed spacer (28 mil) allows low cleaning frequency and high cleaning efficiency.
- Utilization of the distinct *iLEC*™ Interlocking Endcaps that help reduce system operating costs and reduce the risk of O-ring leaks that cause poor water quality (see Form No. 609-00446 for information on the cost-saving benefits).
- Sustainable high performance over the operating lifetime, because oxidative treatments are not used in membrane production. This is one reason DOW FILMTEC elements are more durable and may be cleaned more effectively over a wider pH range (1 – 13) than most other RO elements, which use oxidative treatments.
- Can effectively be used in permeate staged seawater desalination systems without impairing the performance of the downstream stage.
- Automated, precision fabrication with a greater number of shorter membrane leaves reduces the effect of overall fouling and maximizes element efficiency, lowering cost of operation.

Product Type

Spiral-wound element with polyamide thin-film composite membrane

Product Specifications: Standard Test performed at 700 psi (4.8 MPa)

DOW FILMTEC™ Element	Active Area (ft²) (m²)		Feed Spacer Thickness (mil)	Permeate Flow Rate (GPD) (m³/d)		Stabilized Boron Rejection (%)	Stabilized Salt Rejection (%)
SW30ULE-440i	440	41	28	9,000	34.1	86.4	99.60

1. The above values are normalized to the following conditions: 32,000 ppm NaCl, 700 psi (5.5 MPa), 77°F (25°C), pH 8 and 8% recovery.
2. Permeate flows for individual elements may vary \pm 17%.
3. Minimum Salt Rejection is 99.50%.
4. Stabilized salt rejection is generally achieved within 24 – 48 hours of continuous use; depending upon feedwater characteristics and operating conditions.
5. Product specifications may vary slightly as improvements are implemented.
6. Active area guaranteed \pm 5%. Active area as stated by Dow Water and Process Solutions is not comparable to the nominal membrane area figure often stated by some element suppliers. Measurement method described in Form No. 609-00434.

Each DOW FILMTEC™ SW30ULE-400i Element is tested on flow and rejection performance using a standard test at 700 psi. Further information about these tests is available in the literature (Form No. 609-02161). Potential defects in element construction are detected and elements which do not comply with the quality protocol are discarded. The results of the standard test at 700 psi may be reported in a Certificate of Analysis (COA). All DOW FILMTEC elements comply with the performance given in the above table; the Certificate of Conformance (COC) provides assurance for a customer that the DOW FILMTEC element complies with the specified performance.

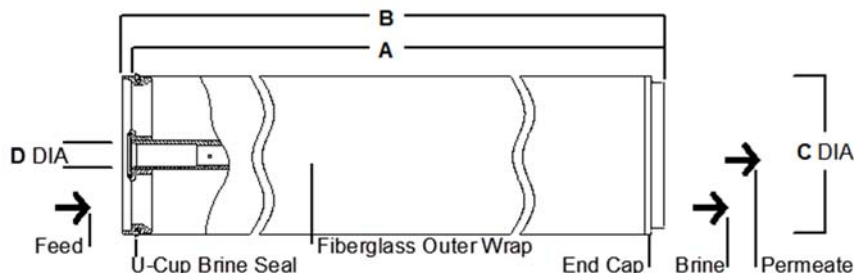
It is evident the expected results of standard tests performed at 700 psi and 8% recovery are different from the nominal performance condition of 800 psi and 8% recovery. In order to help with the interpretation of Certificates of Analysis, the performance expectations are described in the table below.

Expected Performance at Common Standard Test Conditions: 800 psi (5.5 MPa)

DOW FILMTEC™ Element	Active Area (ft²) (m²)		Feed Spacer Thickness (mil)	Permeate Flow Rate (GPD) (m³/d)		Stabilized Boron Rejection (%)	Stabilized Salt Rejection (%)
SW30ULE-440i	440	41	28	12,000	45.4	89	99.70

1. The above values are normalized from the 700-psi specification standard test to the following conditions: 32,000 ppm NaCl, 800 psi (5.5 MPa), 77°F (25°C), pH 8 and 8% recovery. Due to the high permeability of SW30ULE elements, they are not tested at the typical feed pressure for standard test conditions of 800 psi but at a lower feed pressure of 700 psi.
2. Permeate flows for individual elements may vary \pm 17%.
3. Minimum Salt Rejection is 99.6%.
4. Stabilized salt rejection is generally achieved within 24 – 48 hours of continuous use; depending upon feedwater characteristics and operating conditions.

Element Dimensions



	A		B		C		D	
DOW FILMTEC™ Element	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)
SW30ULE-440i	40.0	1,016	40.5	1,029	7.9	201	1.125 ID	29 ID

1. Refer to Dow Water & Process Solutions Design Guidelines for multiple-element applications. 1 inch = 25.4 mm
2. Element to fit nominal 8-inch (203-mm) I.D. pressure vessel.
3. Individual elements with *iLEC*™ Interlocking Endcaps measure 40.5 inches (1,029 mm) in length (B). The net length (A) of the elements when connected is 40.0 inches (1,016 mm).

Operating and Cleaning Limits

Maximum Operating Temperature ^a	113°F (45°C)
Maximum Operating Pressure	1,200 psig (83 bar)
Maximum Element Pressure Drop	13 psig (0.9 bar)
pH Range, Continuous Operation ^a	2 – 11
pH Range, Short-Term Cleaning (30 min.) ^b	1 – 13
Maximum Feed Silt Density Index (SDI)	SDI 5
Free Chlorine Tolerance ^c	< 0.1 ppm

^a Maximum temperature for continuous operation above pH 10 is 95°F (35°C).

^b Refer to guidelines in "[Cleaning Procedures](#)" for more information.

^c Under certain conditions, the presence of free chlorine and other oxidizing agents will cause premature membrane failure. Since oxidation damage is not covered under warranty, Dow Water & Process Solutions recommends removing residual free chlorine by pretreatment prior to membrane exposure. Please refer to technical bulletin "[Dechlorinating Feedwater](#)" for more information.

Additional Important Information

Before use or storage, review these additional resources for important information:

- [Usage Guidelines for DOW FILMTEC™ 8" Elements](#)
- [System Operation: Initial Start-Up](#)
- [Handling, Preservation and Storage](#)

Regulatory Note

These membranes may be subject to drinking water application restrictions in some countries; please check the application status before use and sale.

Product Stewardship

Dow has a fundamental concern for all who make, distribute, and use its products, and for the environment in which we live. This concern is the basis for our product stewardship philosophy by which we assess the safety, health, and environmental information on our products and then take appropriate steps to protect employee and public health and our environment. The success of our product stewardship program rests with each and every individual involved with Dow products—from the initial concept and research, to manufacture, use, sale, disposal, and recycle of each product.

Customer Notice

Dow strongly encourages its customers to review both their manufacturing processes and their applications of Dow products from the standpoint of human health and environmental quality to ensure that Dow products are not used in ways for which they are not intended or tested. Dow personnel are available to answer your questions and to provide reasonable technical support.

DOW FILMTEC™ Membranes Contact Dow Water & Process Solutions:

North America: 1-800-447-4369
Latin America: (+55) 11-5188-9222
Europe: +800-3-694-6367
Pacific: +800 7776 7776
China: +400 889-0789

www.dowwaterandprocess.com

Notice: The use of this product in and of itself does not necessarily guarantee the removal of cysts and pathogens from water. Effective cyst and pathogen reduction is dependent on the complete system design and on the operation and maintenance of the system.

NOTICE: No freedom from infringement of any patent owned by Dow or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for Customer's use and for ensuring that Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other government enactments. The product shown in this literature may not be available for sale and/or available in all geographies where Dow is represented. The claims made may not have been approved for use in all countries. Dow assumes no obligation or liability for the information in this document. References to "Dow" or the "Company" mean the Dow legal entity selling the products to Customer unless otherwise expressly noted. **NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.**



**INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTA DESALADORA
DE AGUA DE MAR DE 40.000 M³/DÍA DE
CAPACIDAD**

ANEXO V

TABLAS Y SIMULACIONES

1. Tablas

- **Tabla 1. Calidad de agua de refrigeración.**
- **Tabla 2. Calidad del agua ultrapura.**
- **Tabla 3. Calidad del agua de riego.**
- **Tabla 4. Calidad de agua de caldera.**
- **Tabla 5. Comparativa de calidad de agua potable entre la OMS y la UE.**
- **Tabla 6. Directrices de Temperatura y pH para limpieza química de las membranas.**
- **Tabla 7. Dimensionamiento de bombas de limpieza química y desplazamiento.**

2. Simulación de osmosis en ROSA

- **Diseño 1. Predimensionamiento.**
- **Diseño 2**
- **Diseño 3**
- **Diseño 4**
- **Diseño 5**
- **Diseño 6**
- **Diseño 7**
- **Diseño 8**

3. Simulación de luminarias interiores en DIALUX

1 TABLAS

Parámetros	Valor	Unidades
Sólidos Suspendedos	Nada	-
Conductividad	50-600	uS/cm
Dureza	8	° DH max
pH	7,8	-
CO2 agresivo	Nada	-
Cloruros	<250	mg/L
DQO	<40	mg/L
Bacterias	<1000	UFC/ml

Tabla 1. Calidad de agua de refrigeración.

Parámetros	Valores	Unidad
pH	6 - 8	Ud de pH
Conductividad específica a 20°C	< 0,1	Micro S/cm
Sílice como SiO2 a 20°C	< 10	ppb
TOC (Componentes orgánicos totales)	< 300	ppb
Sódio como Na+	< 10	ppb
Hierro como Fe ²⁺	< 20	ppb
Cobre como Cu ²⁺	< 3	ppb
Cloro como Cl-	< 3	ppb
Sulfatos como SO4 ²⁻	< 3	ppb
TDS	< 50	ppb

Tabla 2. Calidad de agua ultrapura.

Parametros	Rango en efluentes secundarios y terciarios	Objetivo del tratamiento del agua realizada
Sólidos en suspensión	5-50 mg/L	<5-35TSS/L
Turbidez	1-30 NTU	<0.2-35NTU
DBO5	10-30mg/L	<5-45mgBOD/L
COD	50-150mg/L	<20-200mgCOD/L
Coliformes	<10-107cfu/100mL	<1-200cfu/10mL
Metales pesados		
Hg	-	< 0.001mg/L
Cd	-	<0.01mg/L
Ni	-	<0.02-0.1mg/L
Inorganicos		
TDS	-	<450-4000mg/L
B	-	<1mg/L
Cloro residual	-	0.5->5mg/L
Nitrogeno	10-30mg/L	<10-15mg/L
Fósforo	0.1-30mg/L	<0.1-2mg/L

Tabla 3. Calidad del agua de riego.

Presión de trabajo (Bar)									
		0 - 20.7	20.8 - 31.0	31.1 - 41.4	41.5 - 51.7	51.8 - 62.1	62.2 - 68.9	69.0 - 103.4	103.5 - 137.9
Agua de alimentación									
Oxígeno disuelto		0.04	0.04	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Hierro Total	mg/l	0.1	0.05	0.03	0.025	0.02	0.02	0.01	0.01
Cobre Total		0.05	0.025	0.02	0.02	0.015	0.015	0.01	0.01
Dureza Total (CaCO3)		0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.05	no se detecta	
COT no volátil		1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
Grasas		1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
pH a 25		7.5 - 10.0	7.5 - 10.0	7.5 - 10.0	7.5 - 10.0	7.5 - 10.0	8.5 - 9.5	9.0 - 9.6	9.0 - 9.6
Agua de la caldera									
Silice	mg/l	150	90	40	30	20	8	2	1
Alcalinidad Total CaCO3		350	300	250	200	150	100	no especificado	
Alcalinidad libre de hidróxido CaCO3		no especificado					no se detecta		
Conductividad específica a 25 grados sin neutralización	mS/cm	3500	3000	2500	2000	1500	1000	150	100
Presión de Trabajo (Bar)									
		0 - 15	15 - 25	25 - 35	35 - 45	40 - 60	60 - 75	75 - 100	
Agua de alimentación									
Oxígeno disuelto	mg/l	0.02 (Eliminación física del oxígeno disuelto)							
Dureza Total	Grados Franceses	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.05	0.05	
Grasas	mg/l	ausencia				0.05	0.05	0.05	
pH a 25		> 8.5							
Hierro Total	mg/l	no especificado				0.05	0.05	0.03	
Cobre Total		no especificado				0.03	0.03	0.01	
Boiler water									
M Alcalinidad	Grados Franceses	100	80	60	40	15	10	5	
P Alcalinidad		0.07 M	0.07 M	0.07 M	0.07 M	> 0.5 M	> 0.5 M	> 0.5 M	
SiO2	mg/l	200	150	90	40	15	10	5	
TDS		4000	3000	2000	1500	500	300	100	
Fosfatos		30 to 100	31 to 100	20 to 80	21 to 80	10 to 60	10 to 40	5 to 20	
pH		10.5 to 12				10 to 11			
Agua de preparación		Agua blanda o blanda y libre de carbonatos				Desmineralizada			

Tabla 4. Calidad de agua de calderas.

	Estándares de la OMS 1993	Estándares Europeos 1998	Unidad
Oxidabilidad	No se menciona	5	mg/L O2
Turbidez	Deseable < 5	No se menciona	UNT
pH	Deseable 6,5 - 8,5	No se menciona	pH
Conductividad	250	250	microS/cm
Color	Deseable 15	No se menciona	mg/L Pt-Co
Oxígeno disuelto	Deseable < 75%conc. Sat.	No se menciona	
Dureza	Deseable 150-500	No se menciona	mg/L
CATIONES			
Aluminio (Al)	0,2	0,2	mg/L
Amonio (NH4)	No hay directriz	0,5	mg/L
Antimonio (Sb)	0,005	0,005	mg/L
Arsénico (As)	0,01	0,01	mg/L
Bario (Ba)	0,3	No se menciona	mg/L
Berilio (Be)	No hay directriz	No se menciona	mg/L
Boro (B)	0,3	0,001	mg/L
Bromato (Br)	No se menciona	0,01	mg/L
Cadmio (Cd)	0,003	0,005	mg/L
Cromo (Cr)	0,05	0,05	mg/L
Cobre (Cu)	2	2	mg/L
Hierro (Fe)	Deseable 0,3	0,2	mg/L
Plomo (Pb)	0,01	0,01	mg/L
Manganeso (Mn)	0,5	0,05	mg/L
Mercurio (Hg)	0,001	0,001	mg/L
Molibdeno (Mo)	0,07	No se menciona	mg/L
Níquel (Ni)	0,02	0,02	mg/L
Nitrógeno total (N total)	50	No se menciona	mg/L
Selenio (Se)	0,01	0,01	mg/L
Plata (Ag)	No hay directriz	No se menciona	mg/L
Sodio (Na)	200	200	mg/L
Estaño (Sn) inorgánico	No hay directriz	No se menciona	mg/L
Uranio (U)	1,4	No se menciona	mg/L
Zinc (Zn)	3	No se menciona	mg/L
ANIONES			
Cloruro (Cl)	250	250	mg/L
Cianuro (CN)	0,07	0,05	mg/L
Fluor (F)	1,5	1,5	mg/L
Sulfato (SO4)	500	250	mg/L
Nitrato (NO3)	(Ver Nitrógeno)	50	mg/L
Nitrito (NO2)	(Ver Nitrógeno)	0,5	mg/L
PARAMETROS BIOLÓGICOS			
<i>Escherichia coli</i>	No se menciona	0 en 250	ml

Enterococci	No se menciona	0 en 250	ml
<i>aeruginosa</i>	No se menciona	0 en 250	ml
<i>perfringens</i>	No se menciona	0 en 100	ml
Bacterias coliformes	No se menciona	0 en 100	ml
Conteo de colonias a 22°C	No se menciona	100	1/ml
Conteo de colonias a 37°C	No se menciona	20	1/ml
OTROS PARAMETROS			
Acrilamida	No se menciona	0,0001	mg/L
Benceno (C ₆ H ₆)	No se menciona	0,001	mg/L
Benzo(a)pireno	No se menciona	0,00001	mg/L
Dióxido de cloro (ClO ₂)	0,4		mg/L
1,2-dicloroetano	No se menciona	0,003	mg/L
Epíclorohidrí	No se menciona	0,0001	mg/L
Pesticidas	No se menciona	0,0001	mg/L
Pesticidas - Total	No se menciona	0,0005	mg/L
PAHs	No se menciona	0,0001	mg/L
Tetracloroetano	No se menciona	0,01	mg/L
Tricloroetano	No se menciona	0,01	mg/L
Trihalometanos	No se menciona	0,1	mg/L
Tritio (H3)	No se menciona	100	Bq/L
Cloruro de vinilo	No se menciona	0,0005	mg/L

Tabla 5. Comparativa de calidad de agua potable entre la OMS y la UE.

Element type	Max Temp 50°C (122°F) pH range	Max Temp 45°C (113°F) pH range	Max Temp 35°C (95 °F) pH range	Max Temp 25°C (77°F) pH range
BW30, BW30LE, LE, XLE, TW30, TW30HP, NF90	Please contact Dow for assistance	1 - 10.5	1 - 12	1 - 13
SW30HR, SW30HR LE, SW30XLE, SW30	Please contact Dow for assistance	1 - 10.5	1 - 12	1 - 13
NF200, NF270	Not allowed	3 - 10	1 - 11	1 - 12
SR90	Not allowed	3 - 10	1 - 11	1 - 12

Tabla 6. Directrices de Temperatura y pH para limpieza química de las membranas.

Feed Pressure ¹ (psig)	(bar)	Element Diameter (inches)	Feed Flow Rate per Pressure Vessel (gpm)	(m ³ /hr)
20-60	1.5-4.0	2.5	3-5	0.7-1.2
20-60	1.5-4.0	4 ²	8-10	1.8-2.3
20-60	1.5-4.0	6	16-20	3.6-4.5
20-60	1.5-4.0	8	30-40	6-9.1
20-60	1.5-4.0	8 ³	35-45	8.0-10.2

1. Dependent on number of elements in pressure vessel.
2. 4-inch full-fit elements should be cleaned at 12-14 gpm (2.7-3.2 m³/hr).
3. For full-fit and 440 sq. ft. area elements.

Tabla 7. Dimensionamiento de bombas de limpieza química y desplazamiento.

2 SIMULACIÓN DE OSMOSIS EN ROSA

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 1 - Predimensionamiento

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Información del Proyecto:**Detalles del Sistema**

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.60 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	45.00 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	57.01 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.52 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.55 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	16.07 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.55 lmh	Potencia	7332.55 kW
Clasificación del Agua: Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.40 kWh/m³

Etapas	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº de Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30ULE-440i	352	7	3703.38	56.01	0.00	2036.78	54.56	1666.60	16.55	0.00	0.00	429.21

Corrientes Paso (mg/l como ión)					
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado	Permeado	
			Etapas 1	Etapas 1	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.06	0.00	0.00
K	446.93	446.93	807.44	6.34	6.34
Na	10312.48	13884.10	25117.86	155.14	155.14
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.18	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	180.52	0.00	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	4378.08	34.60	34.60
NO3	2.61	2.61	4.49	0.31	0.31
Cl	18171.62	18171.68	32860.51	220.21	220.21
F	1.59	1.59	2.86	0.02	0.02
SO4	2862.37	2862.37	5199.51	6.11	6.11
SiO2	31.98	31.98	57.64	0.62	0.62
Boro	3.00	3.00	4.62	1.02	1.02
CO2	59.33	60.83	91.89	69.01	69.00
STD	36537.43	37970.51	68635.58	429.21	429.21
pH	7.30	7.30	7.38	5.82	5.82

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 1 - Predimensionamiento

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Advertencias de Diseño

ADVERTENCIA: la conversión máxima por elemento ha sido excedida. Por favor cambie el diseño de su sistema para reducir las conversiones de los elementos. (Producto:SW30ULE-440i, Límite:13.00%)

ADVERTENCIA: El caudal máximo por elemento ha sido excedido. Por favor cambie el diseño de su sistema para reducir los caudales de permeado de los elementos. (Producto:SW30ULE-440i, Límite:1.32m³/h)

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa 1	Elemento	Conversión	Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
	1	0.13	1.39	171.66	10.52	37970.51	56.01
	2	0.12	1.07	243.50	9.14	43699.80	55.70
	3	0.10	0.80	352.36	8.06	49483.43	55.45
	4	0.08	0.58	517.02	7.26	54892.97	55.23
	5	0.06	0.41	761.49	6.68	59580.85	55.04
	6	0.05	0.29	1113.57	6.28	63394.54	54.87
	7	0.03	0.20	1592.20	5.99	66363.90	54.71

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.61
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68635.58
HCO3	2481.03	2481.03	4378.08
CO2	59.33	60.83	91.87
CO3	70.93	70.93	180.52
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.62
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañado a la alimentación

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 2

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Información del Proyecto:**Detalles del Sistema**

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.57 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	45.00 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	58.13 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.54 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.56 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	17.06 bar
Área Activa Total	91562.24 M²	Flujo específico medio Paso 1	18.20 l/mh	Potencia	7476.01 kW
Clasificación del Agua:Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.49 kWh/m³

Etapas	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (l/mh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30ULE-400i	352	7	3703.38	57.13	0.00	2036.81	55.50	1666.57	18.20	0.00	0.00	391.44

Corrientes Paso (mg/l como ión)					
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado	Permeado	
			Etapas 1	Etapas 1	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.06	0.00	0.00
K	446.93	446.93	807.89	5.77	5.77
Na	10312.48	13884.10	25128.71	141.40	141.40
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.18	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	180.67	0.00	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	4380.14	31.62	31.62
NO3	2.61	2.61	4.51	0.28	0.28
Cl	18171.62	18171.68	32875.99	200.65	200.65
F	1.59	1.59	2.86	0.02	0.02
SO4	2862.37	2862.37	5199.86	5.57	5.57
SiO2	31.98	31.98	57.69	0.57	0.57
Boro	3.00	3.00	4.66	0.97	0.97
CO2	59.33	60.83	91.92	69.11	69.10
STD	36537.43	37970.51	68665.23	391.44	391.44
pH	7.30	7.30	7.38	5.78	5.78

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 2

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Advertencias de Diseño

ADVERTENCIA: El caudal máximo por elemento ha sido excedido. Por favor cambie el diseño de su sistema para reducir los caudales de permeado de los elementos. (Producto:SW30ULE-400i, Límite:1.20m³/h)

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa 1	Elemento	Conversión	Caudal de STD Permeado		Caudal de STD Alimentación		Presión de Alimentación (bar)
			Permeado (m³/h)	(mg/l)	Alimentación (m³/h)	(mg/l)	
	1	0.13	1.33	162.35	10.52	37970.51	57.13
	2	0.11	1.05	225.57	9.19	43451.96	56.79
	3	0.10	0.80	319.20	8.13	49039.87	56.50
	4	0.08	0.60	454.65	7.33	54365.27	56.26
	5	0.06	0.43	664.87	6.73	59145.24	56.04
	6	0.05	0.30	958.88	6.31	63087.72	55.85
	7	0.04	0.22	1362.93	6.00	66227.53	55.67

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.61
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68665.23
HCO3	2481.03	2481.03	4380.14
CO2	59.33	60.83	91.90
CO3	70.93	70.93	180.67
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.65
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañado a la alimentación

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 3

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Información del Proyecto:**Detalles del Sistema**

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.54 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	45.00 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	59.37 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.65 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.61 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	18.21 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.55 lmh	Potencia	7636.20 kW
Clasificación del Agua:Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.58 kWh/m³

Etapas	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30XLE-440i	352	7	3703.38	58.37	0.00	2036.84	56.89	1666.54	16.55	0.00	0.00	238.32

Corrientes Paso (mg/l como ión)					
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado	Permeado	
			Etapas 1	Etapas 1	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.06	0.00	0.00
K	446.93	446.93	809.73	3.51	3.51
Na	10312.48	13884.10	25173.95	85.72	85.72
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.18	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	181.25	0.00	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	4389.05	19.25	19.25
NO3	2.61	2.61	4.60	0.18	0.18
Cl	18171.62	18171.68	32940.20	121.68	121.68
F	1.59	1.59	2.87	0.01	0.01
SO4	2862.37	2862.37	5201.61	3.35	3.35
SiO2	31.98	31.98	57.87	0.35	0.35
Boro	3.00	3.00	4.85	0.75	0.75
CO2	59.33	60.83	92.07	69.43	69.42
STD	36537.43	37970.51	68789.07	238.32	238.32
pH	7.30	7.30	7.38	5.58	5.58

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™
 Proyecto: Diseño 3
 Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282
 Caso:1
 7/25/2016

Advertencias de Diseño

-Ninguno-

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa	1	Elemento	Conversión	Caudal de STD Permeado		Caudal de STD Alimentación		Presión de Alimentación (bar)
				Permeado (m³/h)	(mg/l)	Alimentación (m³/h)	(mg/l)	
	1		0.12	1.28	101.85	10.52	37970.51	58.37
	2		0.11	1.03	138.37	9.25	43190.24	58.06
	3		0.10	0.81	191.78	8.21	48593.58	57.80
	4		0.08	0.61	270.49	7.41	53859.00	57.58
	5		0.07	0.45	385.69	6.80	58659.36	57.38
	6		0.05	0.32	552.10	6.35	62772.82	57.21
	7		0.04	0.24	776.86	6.02	66121.33	57.04

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.60
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68789.07
HCO3	2481.03	2481.03	4389.05
CO2	59.33	60.83	92.06
CO3	70.93	70.93	181.25
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.79
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañado a la alimentación

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 4

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Información del Proyecto:**Detalles del Sistema**

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.24 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	44.99 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	62.04 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.67 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.62 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	20.82 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.54 lmh	Potencia	7978.96 kW
Clasificación del Agua:Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.79 kWh/m³

Etapas	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30HRLE-440i	352	7	3703.38	61.04	0.00	2037.14	59.53	1666.24	16.54	0.00	0.00	199.70

Corrientes Paso (mg/l como ión)					
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado	Permeado	
			Etapas 1	Etapas 1	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.06	0.00	0.00
K	446.93	446.93	810.08	2.94	2.94
Na	10312.48	13884.10	25181.65	71.78	71.78
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.18	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	181.36	0.00	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	4390.63	16.18	16.18
NO3	2.61	2.61	4.62	0.15	0.15
Cl	18171.62	18171.68	32951.55	101.90	101.90
F	1.59	1.59	2.87	0.01	0.01
SO4	2862.37	2862.37	5201.30	2.81	2.81
SiO2	31.98	31.98	57.91	0.29	0.29
Boro	3.00	3.00	4.94	0.64	0.64
CO2	59.33	60.83	92.09	69.52	69.52
STD	36537.43	37970.51	68810.43	199.70	199.70
pH	7.30	7.30	7.38	5.51	5.51

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™
Proyecto: Diseño 4
Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282
Caso:1
7/25/2016

Advertencias de Diseño

-Ninguno-

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa 1	Elemento	Conversión	Caudal de		Caudal de		Presión de
			Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Alimentación (bar)
	1	0.11	1.17	91.61	10.52	37970.51	61.04
	2	0.11	0.99	119.73	9.35	42725.70	60.73
	3	0.10	0.80	159.46	8.36	47746.23	60.46
	4	0.08	0.64	216.13	7.56	52805.09	60.23
	5	0.07	0.49	297.10	6.92	57633.12	60.03
	6	0.06	0.37	411.85	6.43	61990.68	59.85
	7	0.05	0.27	572.11	6.06	65729.99	59.69

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.60
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68810.43
HCO3	2481.03	2481.03	4390.63
CO2	59.33	60.83	92.08
CO3	70.93	70.93	181.36
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.82
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañadido a la alimentación

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 5

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Información del Proyecto:**Detalles del Sistema**

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.41 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	45.00 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	59.04 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.55 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.56 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	17.30 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.55 lmh	Potencia	7593.46 kW
Clasificación del Agua:Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.56 kWh/m³

Etap	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30HRLE-440i	352	2	3703.38	58.04	0.00	2994.10	57.46	709.28	24.65	0.00	0.00	109.69
2	SW30ULE-440i	352	5	2994.10	56.46	0.00	2036.97	55.53	957.13	13.30	0.00	0.00	561.75

Corrientes Paso (mg/l como ión)							
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado		Permeado		
			Etap 1	Etap 2	Etap 1	Etap 2	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00
K	446.93	446.93	552.42	808.09	1.59	8.32	5.46
Na	10312.48	13884.10	17163.84	25133.35	39.25	203.16	133.40
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.12	0.18	0.00	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	97.88	180.73	0.00	0.00	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	3046.01	4381.20	9.16	45.09	29.74
NO3	2.61	2.61	3.21	4.53	0.08	0.40	0.27
Cl	18171.62	18171.68	22463.23	32882.72	55.61	288.53	189.39
F	1.59	1.59	1.96	2.86	0.01	0.03	0.02
SO4	2862.37	2862.37	3540.07	5199.75	1.56	7.95	5.23
SiO2	31.98	31.98	39.52	57.71	0.16	0.82	0.54
Boro	3.00	3.00	3.62	4.71	0.40	1.30	0.92
CO2	59.33	60.83	68.08	91.94	61.52	74.74	69.14
STD	36537.43	37970.51	46929.01	68678.09	109.69	561.75	369.28
pH	7.30	7.30	7.32	7.38	5.33	5.89	5.76

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™
 Proyecto: Diseño 5
 Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282
 Caso:1
 7/25/2016

Advertencias de Diseño

-Ninguno-

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa 1 Elemento Conversión			Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.10		1.09	96.68	10.52	37970.51	58.04
2	0.10		0.92	125.16	9.43	42362.97	57.73
Etapa 2 Elemento Conversión			Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.11		0.95	289.17	8.51	46929.01	56.46
2	0.09		0.69	425.02	7.55	52815.94	56.22
3	0.07		0.49	631.49	6.86	58115.51	56.02
4	0.05		0.34	937.55	6.37	62538.32	55.85
5	0.04		0.24	1371.51	6.02	66022.41	55.68

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.61
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68678.09
HCO3	2481.03	2481.03	4381.20
CO2	59.33	60.83	91.93
CO3	70.93	70.93	180.73
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.67
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañado a la alimentación

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 6

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Información del Proyecto:**Detalles del Sistema**

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.24 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	44.99 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	58.44 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.54 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.56 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	16.22 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.54 lmh	Potencia	7516.66 kW
Clasificación del Agua:Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.51 kWh/m³

Etap	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30XLE-440i	352	2	3703.38	57.44	0.00	2906.91	56.87	796.47	27.68	0.00	0.00	119.75
2	SW30ULE-440i	352	5	2906.91	55.87	0.00	2037.14	54.96	869.77	12.09	0.00	0.00	619.69

Corrientes Paso (mg/l como ión)							
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado		Permeado		
			Etap 1	Etap 2	Etap 1	Etap 2	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00
K	446.93	446.93	568.91	807.88	1.73	9.20	5.63
Na	10312.48	13884.10	17676.51	25127.89	42.83	224.24	137.53
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.13	0.18	0.00	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	102.77	180.67	0.00	0.00	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	3132.91	4380.20	10.00	49.63	30.63
NO3	2.61	2.61	3.30	4.52	0.09	0.44	0.28
Cl	18171.62	18171.68	23133.97	32875.19	60.63	318.56	195.27
F	1.59	1.59	2.02	2.86	0.01	0.04	0.02
SO4	2862.37	2862.37	3646.16	5199.18	1.72	8.75	5.39
SiO2	31.98	31.98	40.70	57.69	0.17	0.90	0.55
Boro	3.00	3.00	3.70	4.69	0.45	1.38	0.94
CO2	59.33	60.83	69.61	91.92	61.83	75.74	69.12
STD	36537.43	37970.51	48328.59	68663.14	119.75	619.69	380.66
pH	7.30	7.30	7.32	7.38	5.37	5.92	5.77

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 6

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Advertencias de Diseño

-Ninguno-

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa 1	Elemento	Conversión	Caudal de STD Permeado		Caudal de STD Alimentación		Presión de Alimentación (bar)
			Permeado (m³/h)	(mg/l)	Alimentación (m³/h)	(mg/l)	
	1	0.12	1.25	103.36	10.52	37970.51	57.44
	2	0.11	1.01	140.00	9.27	43072.23	57.13
Etapa 2	Elemento	Conversión	Caudal de STD Permeado		Caudal de STD Alimentación		Presión de Alimentación (bar)
			Permeado (m³/h)	(mg/l)	Alimentación (m³/h)	(mg/l)	
	1	0.11	0.87	321.04	8.26	48328.59	55.87
	2	0.09	0.63	471.89	7.39	53980.00	55.65
	3	0.07	0.44	699.53	6.76	58959.75	55.45
	4	0.05	0.31	1032.04	6.31	63046.31	55.28
	5	0.04	0.22	1495.47	6.00	66236.45	55.12

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.61
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68663.14
HCO3	2481.03	2481.03	4380.20
CO2	59.33	60.83	91.91
CO3	70.93	70.93	180.67
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.65
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañado a la alimentación

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282

Proyecto: Diseño 7

Caso:1

Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

7/25/2016

Información del Proyecto:**Detalles del Sistema**

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.46 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	45.00 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	60.40 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.59 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.58 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	17.61 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.55 lmh	Potencia	7767.72 kW
Clasificación del Agua:Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Especifica	4.66 kWh/m³

Etap	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30HRLE-440i	352	2	3703.38	59.40	0.00	2969.35	58.81	734.03	25.51	0.00	0.00	107.06
2	SW30XLE-440i	352	2	2969.35	57.81	0.00	2435.93	57.38	533.42	18.54	0.00	0.00	207.89
3	SW30ULE-440i	352	3	2435.93	56.38	0.00	2036.92	55.89	399.01	9.24	0.00	0.00	845.06

Corrientes Paso (mg/l como ión)									
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado			Permeado			
			Etap 1	Etap 2	Etap 3	Etap 1	Etap 2	Etap 3	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
K	446.93	446.93	557.02	678.34	808.75	1.55	3.04	12.60	4.67
Na	10312.48	13884.10	17306.79	21080.34	25149.74	38.30	74.62	306.08	114.04
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.12	0.15	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	99.24	136.99	180.96	0.00	0.00	0.01	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	3070.27	3706.38	4384.37	8.96	16.91	67.37	25.42
NO3	2.61	2.61	3.24	3.91	4.56	0.08	0.16	0.60	0.23
Cl	18171.62	18171.68	22650.32	27587.16	32905.89	54.25	105.83	435.11	161.95
F	1.59	1.59	1.98	2.41	2.87	0.01	0.01	0.05	0.02
SO4	2862.37	2862.37	3569.57	4350.60	5200.50	1.53	2.94	11.87	4.46
SiO2	31.98	31.98	39.85	48.51	57.77	0.16	0.30	1.23	0.46
Boro	3.00	3.00	3.65	4.29	4.78	0.39	0.71	1.78	0.82
CO2	59.33	60.83	68.50	79.79	91.98	61.60	70.50	81.65	69.30
STD	36537.43	37970.51	47319.30	57619.35	68722.98	107.06	207.89	845.06	315.96
pH	7.30	7.30	7.32	7.34	7.38	5.32	5.52	6.00	5.69

El Flujo Especifico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™
 Proyecto: Diseño 7
 Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282
 Caso:1
 7/25/2016

Advertencias de Diseño

-Ninguno-

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa 1 Elemento Conversión		Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.11	1.13	94.14	10.52	37970.51	59.40
2	0.10	0.95	122.43	9.39	42536.91	59.08
Etapa 2 Elemento Conversión		Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.10	0.86	176.80	8.44	47319.30	57.81
2	0.09	0.65	248.78	7.57	52668.68	57.58
Etapa 3 Elemento Conversión		Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.08	0.52	595.35	6.92	57619.35	56.38
2	0.06	0.36	886.35	6.40	62245.99	56.20
3	0.04	0.25	1301.55	6.04	65915.59	56.04

El Flujo Especifico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.60
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68722.98
HCO3	2481.03	2481.03	4384.37
CO2	59.33	60.83	91.97
CO3	70.93	70.93	180.96
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.72
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañado a la alimentación

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™
 Proyecto: Diseño 8
 Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282
 Caso:1
 7/25/2016

Información del Proyecto:

Detalles del Sistema

Caudal de Alimentación a la 1ª Etapa	3703.38 m³/h	Caudal de Permeado Paso 1	1666.37 m³/h	Presión Osmótica:	
Caudal de Agua Bruta al Sistema	3703.38 m³/h	Conversión Paso 1	45.00 %	Alimentación	27.57 bar
Presión de Alimentación	59.70 bar	Temperatura de Alimentación	27.1 C	Concentrado	51.55 bar
Factor de flujo	0.85	STD Alimentación	37970.51 mg/l	Media	39.56 bar
Dosificación Química	Ninguno	Número de Elementos	2464	NDP media	16.86 bar
Área Activa Total	100718.46 M²	Flujo específico medio Paso 1	16.54 lmh	Potencia	7677.85 kW
Clasificación del Agua:Seawater with Conventional pretreatment, SDI < 5				Energía Específica	4.61 kWh/m³

Etap	Elemento	Nº Cajas de presión	Nº Elementos	Caudal de Alimentación (m³/h)	Presión de Alimentación (bar)	Caudal de Recirculación (m³/h)	Caudal de concentrado (m³/h)	Presión del concentrado (bar)	Caudal de Permeado (m³/h)	Flujo específico medio (lmh)	Presión de Permeado (bar)	Presión de Booster (bar)	STD Permeado (mg/l)
1	SW30HRLE-440i	352	1	3703.38	58.70	0.00	3311.48	58.38	391.90	27.24	0.00	0.00	95.39
2	SW30XLE-440i	352	1	3311.48	57.38	0.00	2942.73	57.12	368.75	25.63	0.00	0.00	134.15
3	SW30ULE-440i	352	5	2942.73	56.12	0.00	2037.01	55.20	905.72	12.59	0.00	0.00	594.43

Corrientes Paso (mg/l como ión)									
Nombre	Alimentación	Alimentación ajustada	Concentrado			Permeado			
			Etap 1	Etap 2	Etap 3	Etap 1	Etap 2	Etap 3	Permeado Total
NH4+ + NH3	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
K	446.93	446.93	499.66	562.02	808.00	1.38	1.94	8.82	5.55
Na	10312.48	13884.10	15523.19	17462.37	25131.06	34.09	48.02	215.05	135.53
Mg	1511.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	616.67	0.10	0.11	0.13	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	70.93	70.93	82.62	100.71	180.69	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	2481.03	2481.03	2767.01	3096.66	4380.80	8.05	11.13	47.65	30.20
NO3	2.61	2.61	2.91	3.26	4.52	0.07	0.10	0.43	0.27
Cl	18171.62	18171.68	20316.50	22853.83	32879.52	48.28	68.00	305.46	192.43
F	1.59	1.59	1.77	1.99	2.86	0.01	0.01	0.03	0.02
SO4	2862.37	2862.37	3200.95	3601.82	5199.57	1.37	1.92	8.40	5.31
SiO2	31.98	31.98	35.75	40.21	57.70	0.14	0.19	0.87	0.55
Boro	3.00	3.00	3.31	3.67	4.70	0.35	0.49	1.35	0.93
CO2	59.33	60.83	63.28	68.98	91.94	60.44	62.87	75.34	69.11
STD	36537.43	37970.51	42449.47	47744.02	68671.84	95.39	134.15	594.43	375.15
pH	7.30	7.30	7.32	7.32	7.38	5.29	5.40	5.90	5.76

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Reverse Osmosis System Analysis para Membranas FILMTEC™
 Proyecto: Diseño 8
 Saul Rodriguez, Universidad de Sevilla

ROSA 9.1 ConfigDB u399339_282
 Caso:1
 7/25/2016

Advertencias de Diseño

-Ninguno-

Advertencias de Solubilidad

-Ninguno-

Detalles Etapa

Etapa 1 Elemento Conversión		Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.11	1.11	95.39	10.52	37970.51	58.70
Etapa 2 Elemento Conversión		Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.11	1.05	134.15	9.41	42449.47	57.38
Etapa 3 Elemento Conversión		Caudal de Permeado (m³/h)	STD Permeado (mg/l)	Caudal de Alimentación (m³/h)	STD Alimentación (mg/l)	Presión de Alimentación (bar)
1	0.11	0.90	307.65	8.36	47744.02	56.12
2	0.09	0.66	451.80	7.46	53484.65	55.89
3	0.07	0.46	669.08	6.80	58590.92	55.69
4	0.05	0.32	988.48	6.34	62819.59	55.52
5	0.04	0.23	1435.14	6.01	66138.43	55.35

El Flujo Específico de Permeado dado por ROSA está calculado en base al área ACTIVA de la membrana. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD: NO SE FORMULA NINGUNA GARANTÍA, TÁCITA O EXPRESA, YA SEA DE POSIBILIDADES DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Ni FilmTec Corporation ni The Dow Chemical Company asumen responsabilidad alguna por los resultados obtenidos o los daños y perjuicios sufridos en relación con la aplicación de esta información. Dado que las condiciones de uso así como la legislación a aplicar puede diferir entre ubicaciones y pueden estar sujetas a cambios con el tiempo, es responsabilidad del cliente determinar la adecuación del producto para cada uso. FilmTec Corporation y The Dow Chemical Company declinan toda responsabilidad si, como resultado del uso por el cliente del programa informático de diseño de membranas ROSA, el cliente es objeto de una demanda por presunta violación de cualquier patente que no sea propiedad o no esté bajo el control de FilmTec Corporation o The Dow Chemical Company."

Cálculo de Precipitaciones

	Agua Bruta	Alimentación ajustada	Concentrado
pH	7.30	7.30	7.38
Índice de Saturación Langelier	1.83	-1.96	-1.39
Índice de estabilidad Stiff & Davis	0.82	-2.93	-2.61
Fuerza Iónica (Molal)	0.75	0.67	1.26
STD (mg/l)	36537.43	37970.51	68671.84
HCO3	2481.03	2481.03	4380.80
CO2	59.33	60.83	91.92
CO3	70.93	70.93	180.69
CaSO4 (% Saturación)	30.43	0.01	0.01
BaSO4 (% Saturación)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturación)	20.19	0.00	0.00
CaF2 (% Saturación)	205.95	0.03	0.20
SiO2 (% Saturación)	24.75	24.75	44.66
Mg(OH)2 (% Saturación)	0.02	0.00	0.00

Para hacer el balance:0.05 mg/l Clañado a la alimentación

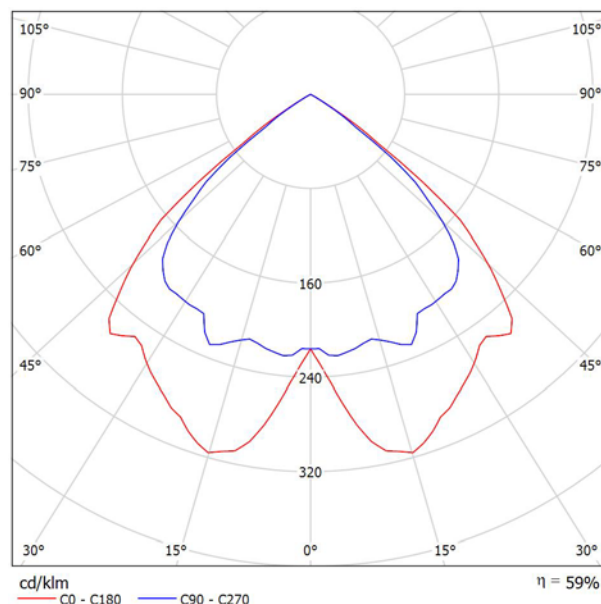
3 SIMULACIÓN DE LUMINARIAS INTERIORES EN DIALUX



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS FBS296 2xPL-C/4P26W HFP C / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 68 100 100 100 59

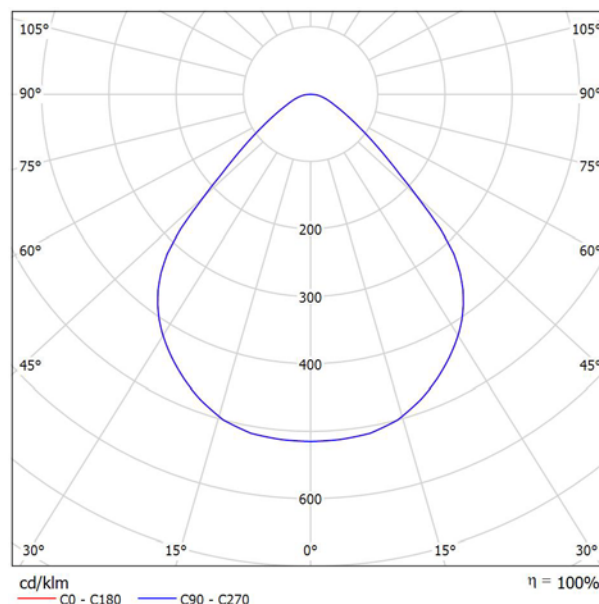
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.7	22.7	22.0	22.9	23.2	20.4	21.4	20.7	21.6	21.9
	3H	21.6	22.5	21.9	22.7	23.0	20.3	21.2	20.6	21.4	21.7
	4H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.9	20.2	21.0	20.5	21.3	21.6
	6H	21.4	22.2	21.8	22.5	22.8	20.1	20.9	20.5	21.2	21.5
	8H	21.4	22.1	21.7	22.4	22.7	20.1	20.8	20.4	21.1	21.4
	12H	21.4	22.0	21.7	22.4	22.7	20.1	20.7	20.4	21.1	21.4
4H	2H	21.5	22.4	21.9	22.6	22.9	20.3	21.1	20.6	21.4	21.6
	3H	21.4	22.1	21.8	22.4	22.7	20.1	20.8	20.5	21.1	21.5
	4H	21.3	21.9	21.7	22.3	22.6	20.1	20.7	20.4	21.0	21.3
	6H	21.3	21.8	21.7	22.1	22.5	20.0	20.5	20.4	20.9	21.3
	8H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	20.0	20.4	20.4	20.8	21.2
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	19.9	20.3	20.4	20.7	21.2
8H	4H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	20.0	20.4	20.4	20.8	21.2
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	19.9	20.2	20.3	20.7	21.1
	8H	21.1	21.4	21.6	21.9	22.3	19.8	20.2	20.3	20.6	21.1
	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	19.8	20.1	20.3	20.5	21.0
	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	19.9	20.3	20.4	20.7	21.2
	6H	21.1	21.4	21.6	21.9	22.3	19.8	20.2	20.3	20.6	21.1
12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	19.8	20.1	20.3	20.5	21.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.9 / -4.5					+2.2 / -6.0					
S = 1.5H	+3.2 / -28.8					+3.4 / -27.5					
S = 2.0H	+5.2 / -96.1					+5.1 / -94.8					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	1.3					0.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 68 93 98 100 100

DayZone: la solución sostenible de diseño innovador para el alumbrado general de oficinas. Se trata de una innovadora luminaria que permite hacer realidad los beneficios que ofrece la tecnología LED en el ámbito del alumbrado general de oficinas: sostenibilidad y diseño novedoso y atractivo, sin perder confort visual.

La luminaria LED empotrable DayZone proporciona una iluminación funcional de gran calidad con un nivel de eficiencia energética equiparable al de los sistemas fluorescentes tradicionales. La naturaleza innovadora de la tecnología LED posibilita que podamos olvidarnos de las reglas convencionales de diseño de la iluminación mediante fluorescencia y proyectar espacios que susciten sensaciones nuevas, tanto por su aspecto como por sus posibilidades de regulación. Se ha tenido en cuenta que el control del deslumbramiento y la reproducción y uniformidad cromática cumplan los requerimientos de las futuras normas de alumbrado de oficinas.

Emisión de luz 1:

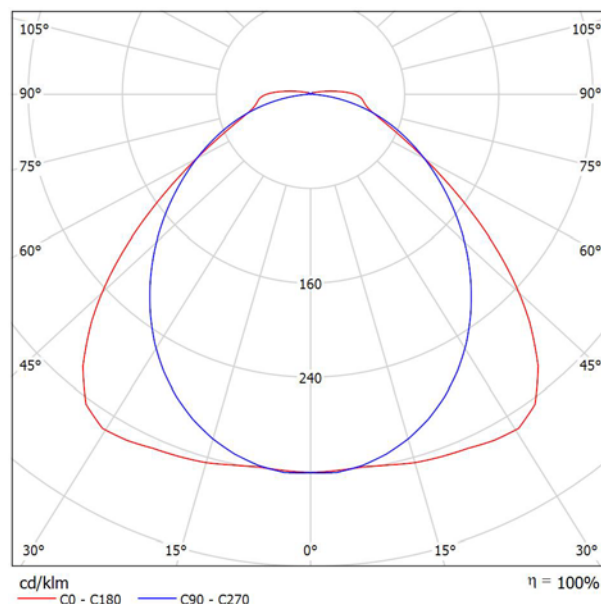
Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	14.5	15.6	14.8	15.8	16.0	14.5	15.6	14.8	15.8	16.0
	3H	14.8	15.8	15.1	16.1	16.3	14.8	15.8	15.1	16.0	16.3
	4H	15.0	15.9	15.3	16.1	16.4	15.0	15.9	15.3	16.1	16.4
	6H	15.2	16.0	15.5	16.3	16.6	15.2	16.0	15.5	16.3	16.6
	8H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6
4H	12H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7
	2H	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0
	3H	15.1	15.8	15.4	16.1	16.4	15.1	15.8	15.4	16.1	16.4
	4H	15.4	16.0	15.7	16.3	16.7	15.4	16.0	15.7	16.3	16.7
	6H	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9
8H	12H	15.8	16.3	16.2	16.6	17.1	15.8	16.3	16.2	16.6	17.1
	2H	15.9	16.3	16.3	16.7	17.2	15.9	16.3	16.3	16.7	17.2
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7
	6H	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
12H	12H	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7
	6H	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	16.1	16.4	16.6	16.8	17.3	16.1	16.4	16.6	16.8	17.3
	12H	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.8 / -1.1					+0.8 / -1.1					
S = 1.5H	+1.9 / -1.9					+1.9 / -1.9					
S = 2.0H	+3.3 / -2.4					+3.3 / -2.4					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	-1.6					-1.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 48 81 95 97 100

CoreLine Estanca: excelente rendimiento y diseño elegante Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. La nueva gama de productos LED CoreLine Estanca se puede usar para sustituir las luminarias estancas tradicionales con lámparas fluorescentes, con fácil instalación y mínimo mantenimiento.

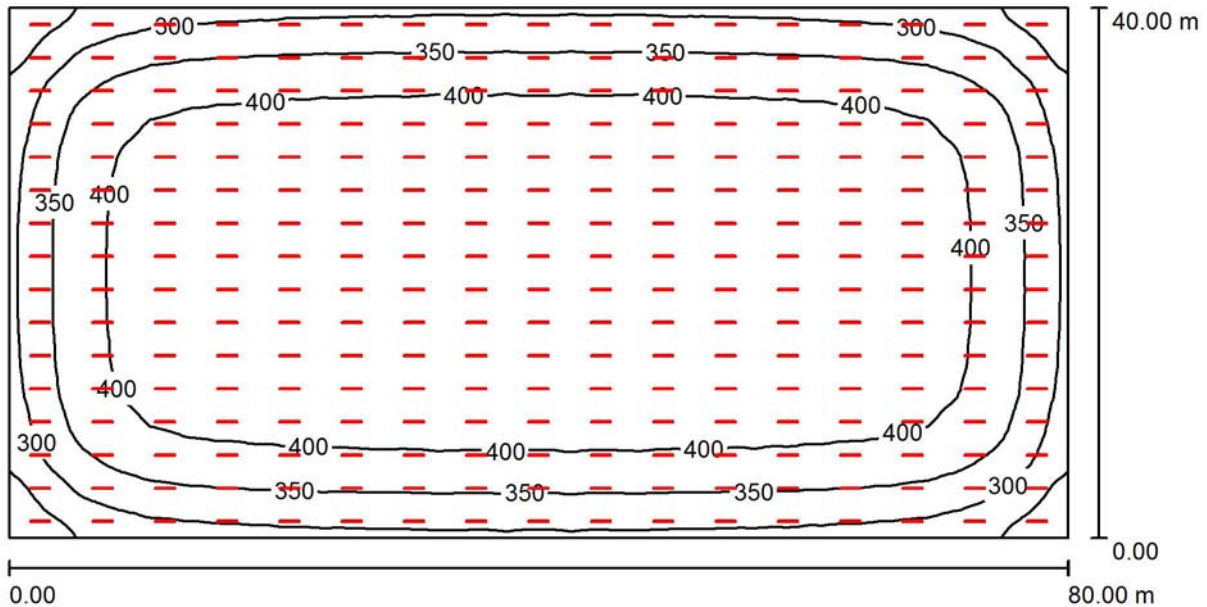
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.5	21.7	20.8	22.0	22.3	21.4	22.7	21.7	22.9	23.2
	3H	21.1	22.3	21.5	22.6	22.9	22.7	23.9	23.1	24.2	24.5
	4H	21.4	22.5	21.8	22.9	23.2	23.2	24.3	23.6	24.6	25.0
	6H	21.9	22.9	22.3	23.2	23.6	23.5	24.5	23.9	24.9	25.3
	8H	22.1	23.1	22.5	23.4	23.8	23.6	24.6	24.0	24.9	25.3
4H	12H	22.4	23.3	22.8	23.7	24.1	23.6	24.6	24.1	24.9	25.3
	2H	21.0	22.1	21.4	22.4	22.8	21.8	22.9	22.2	23.2	23.5
	3H	21.8	22.7	22.2	23.1	23.5	23.3	24.2	23.7	24.6	25.0
	4H	22.2	23.0	22.7	23.4	23.9	23.9	24.7	24.4	25.1	25.6
	6H	22.8	23.5	23.2	23.9	24.4	24.4	25.1	24.9	25.5	26.0
8H	12H	23.1	23.8	23.6	24.2	24.7	24.5	25.2	25.0	25.6	26.1
	2H	23.5	24.1	24.0	24.5	25.0	24.6	25.2	25.1	25.7	26.2
	4H	22.4	23.1	22.9	23.5	24.0	24.0	24.6	24.4	25.1	25.5
	6H	23.1	23.6	23.6	24.1	24.6	24.5	25.1	25.0	25.6	26.1
	8H	23.5	24.0	24.1	24.5	25.1	24.8	25.2	25.3	25.7	26.3
12H	12H	24.1	24.5	24.6	25.0	25.6	24.9	25.3	25.4	25.8	26.4
	4H	22.4	23.0	22.9	23.5	24.0	24.0	24.6	24.5	25.0	25.5
	6H	23.1	23.6	23.7	24.1	24.6	24.6	25.0	25.1	25.5	26.1
	8H	23.6	24.0	24.2	24.6	25.1	24.8	25.2	25.3	25.7	26.3
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+0.3 / -0.3					+0.2 / -0.2				
S = 1.5H		+0.6 / -0.9					+0.8 / -0.9				
S = 2.0H		+1.0 / -1.5					+0.9 / -1.5				
Tabla estándar		BK05					BK05				
Sumando de corrección		6.3					7.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6000lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

EDIFICIO OSMOSIS / Resumen



Altura del local: 9.000 m, Altura de montaje: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:572

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	385	203	446	0.529
Suelo	20	377	210	442	0.556
Techo	70	97	74	157	0.759
Paredes (4)	50	221	129	417	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

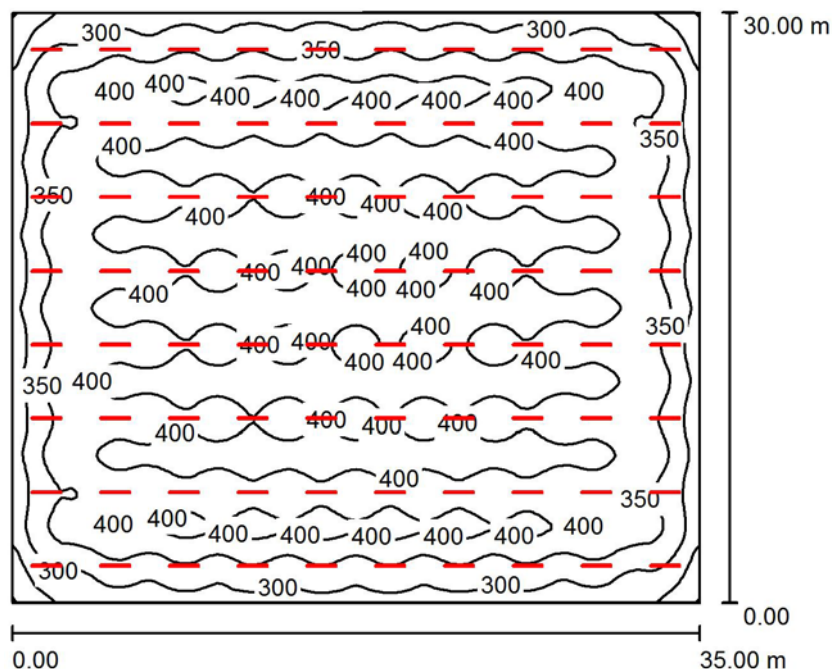
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	272	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (1.000)	6000	6000	57.0
Total:			1632000	1632000	15504.0

Valor de eficiencia energética: $4.85 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3200.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

CANTARA DE CAPTACIÓN / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:386

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	372	198	431	0.532
Suelo	20	360	198	417	0.549
Techo	70	87	72	130	0.830
Paredes (4)	50	200	105	268	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

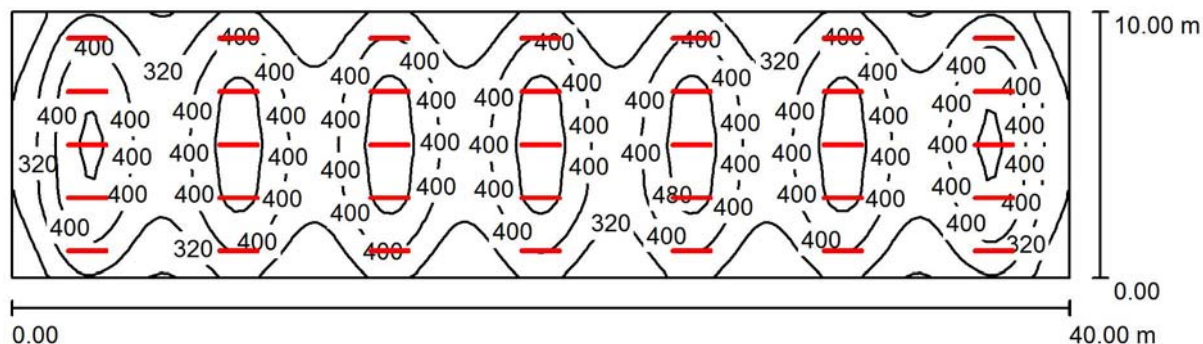
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	80	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (1.000)	6000	6000	57.0
Total:			480000	480000	4560.0

Valor de eficiencia energética: $4.34 \text{ W/m}^2 = 1.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1050.00 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

POZO BOMBEO / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:286

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	379	169	526	0.446
Suelo	20	356	194	456	0.545
Techo	70	94	69	155	0.735
Paredes (4)	50	211	98	507	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

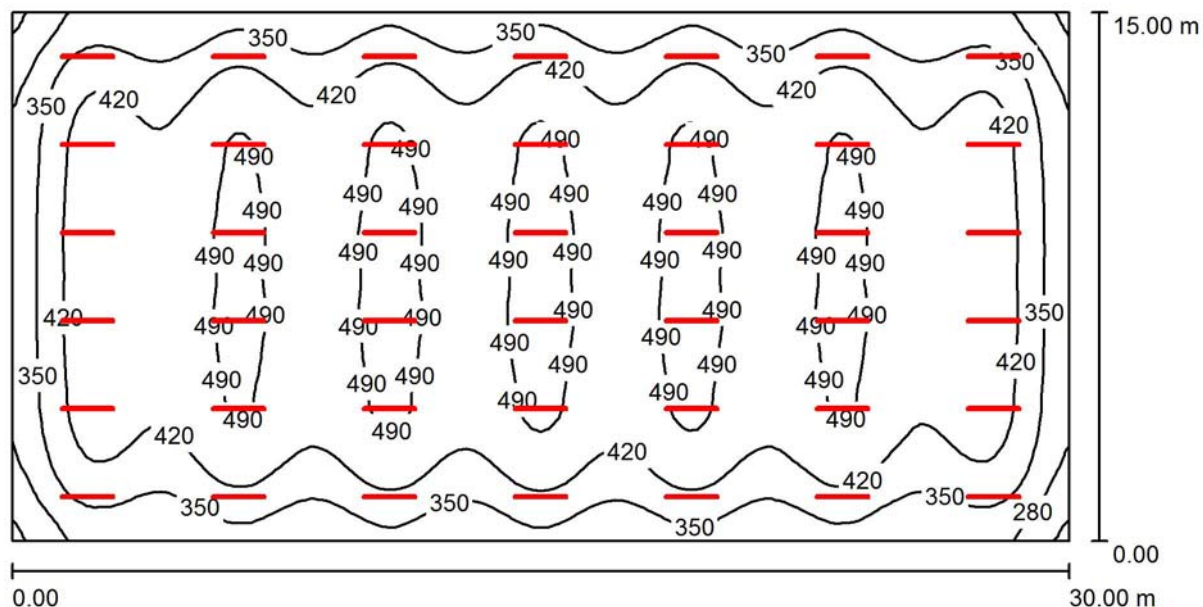
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Σ (Luminaria) [lm]	Σ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	35	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (1.000)	6000	6000	57.0
Total:			210000	210000	1995.0

Valor de eficiencia energética: $4.99 \text{ W/m}^2 = 1.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 400.00 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

ALMACEN Y TALLER / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:215

Superficie	η [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	424	199	519	0.469
Suelo	20	403	221	490	0.547
Techo	70	103	82	148	0.794
Paredes (4)	50	231	119	404	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 23
Pared inferior 23
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

23

Tran

25

al eje de luminaria

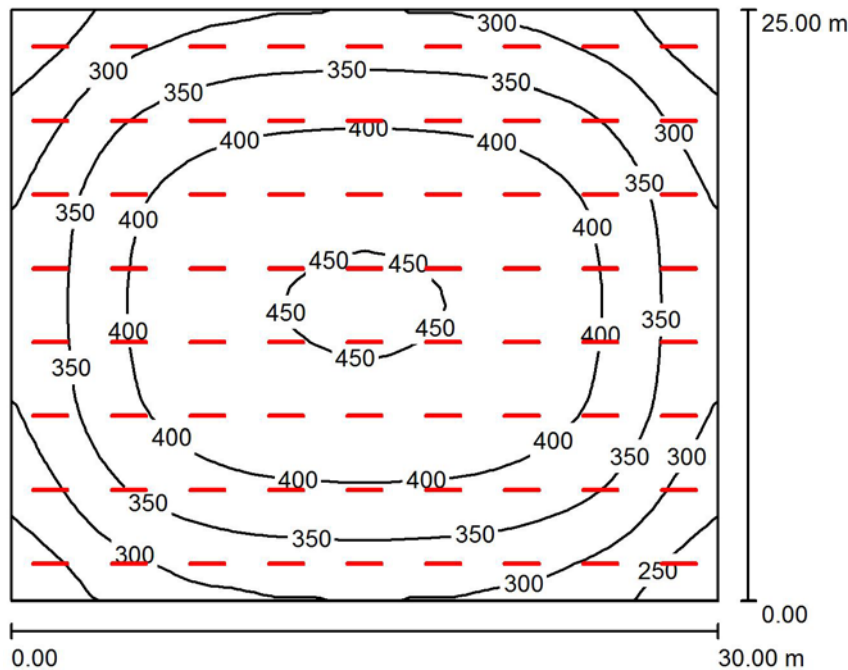
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Σ (Luminaria) [lm]	Σ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	42	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (1.000)	6000	6000	57.0
Total:			252000	252000	2394.0

Valor de eficiencia energética: $5.32 \text{ W/m}^2 = 1.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 450.00 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

EDIFICIO ENVASADO / Resumen



Altura del local: 9.000 m, Altura de montaje: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:321

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	365	207	454	0.567
Suelo	20	352	212	444	0.602
Techo	70	102	86	149	0.849
Paredes (4)	50	222	127	344	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	22	24	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	22	23	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

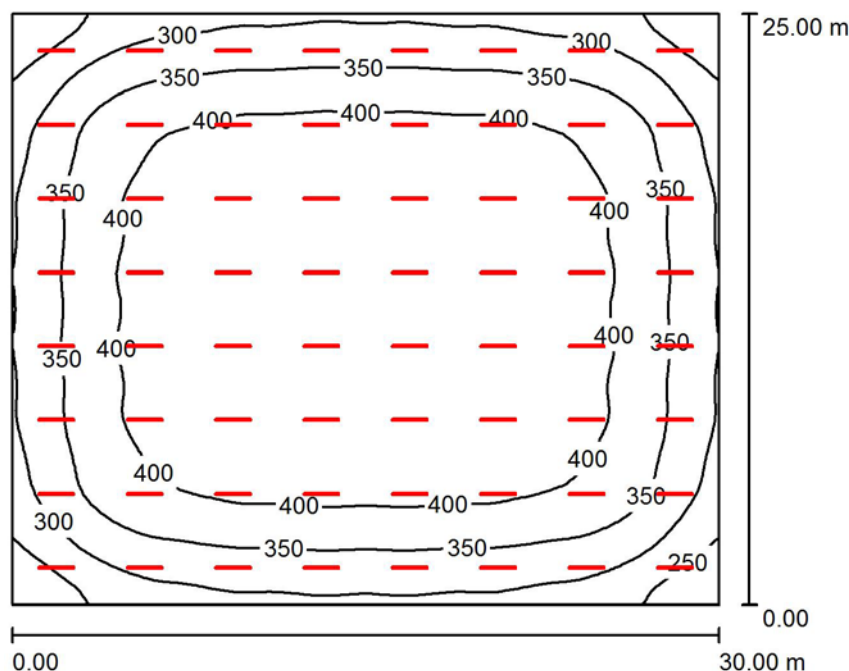
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	72	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (1.000)	6000	6000	57.0
Total:			432000	432000	4104.0

Valor de eficiencia energética: $5.47 \text{ W/m}^2 = 1.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 750.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

EDIFICIO POST-TRATAMIENTO / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:321

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	372	208	440	0.559
Suelo	20	358	200	437	0.558
Techo	70	94	80	141	0.854
Paredes (4)	50	211	113	325	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	23	24	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	23	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

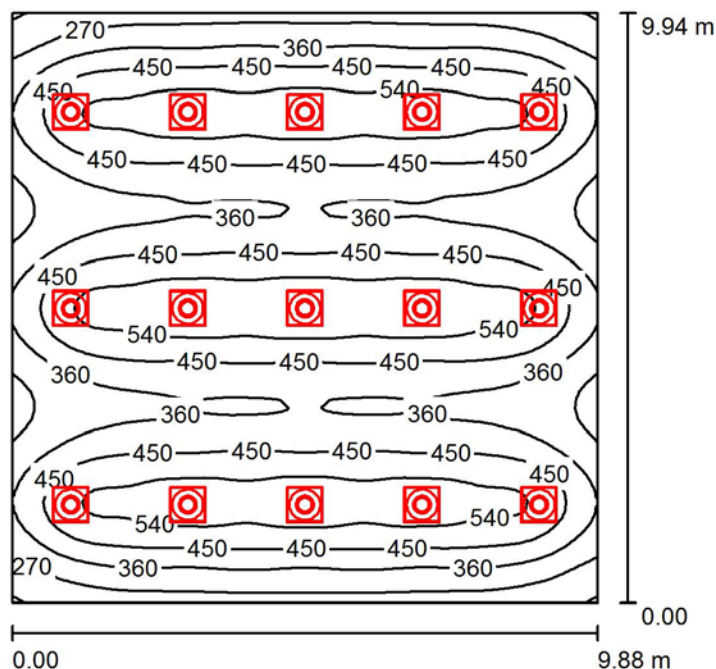
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	64	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (1.000)	6000	6000	57.0
Total:			384000	384000	3648.0

Valor de eficiencia energética: $4.86 \text{ W/m}^2 = 1.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 750.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA ADMINISTRACIÓN / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:128

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	427	174	602	0.407
Suelo	20	392	193	481	0.492
Techo	70	77	54	84	0.700
Paredes (4)	50	156	66	339	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	16	16	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	16	16	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

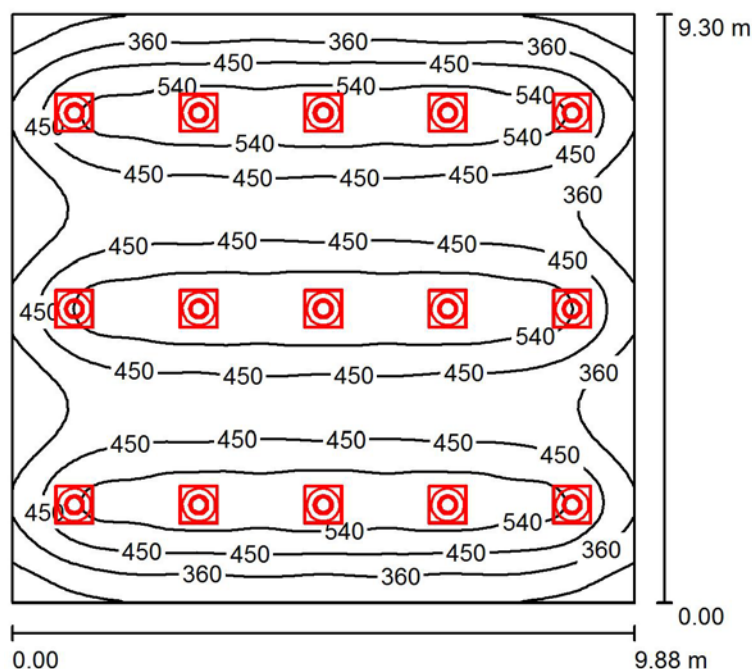
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (1.000)	3500	3500	34.0
Total:			52500	52500	510.0

Valor de eficiencia energética: $5.19 \text{ W/m}^2 = 1.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 98.21 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

OFICINA DE PESAJE Y SEGURIDAD / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:120

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	453	197	613	0.434
Suelo	20	415	210	504	0.507
Techo	70	82	58	90	0.701
Paredes (4)	50	168	73	345	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 16
Pared inferior 16
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

16 16
16 16

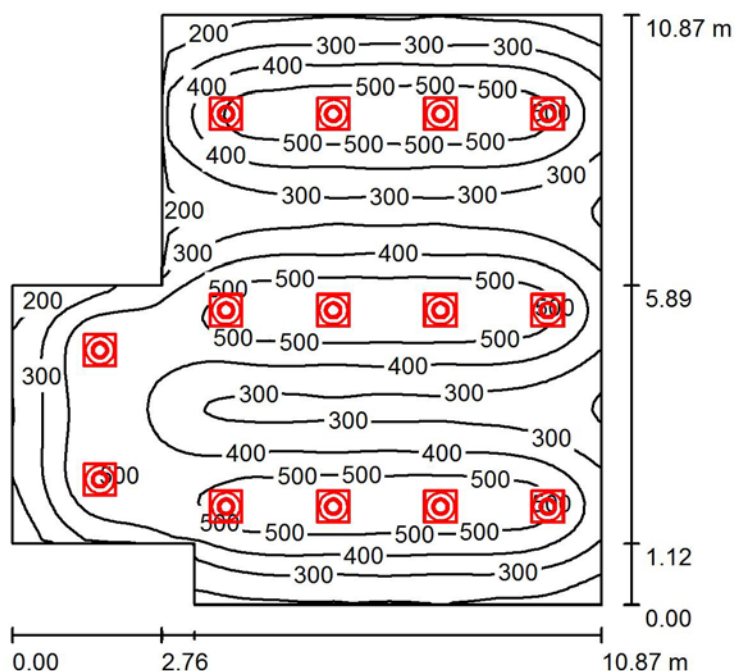
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (1.000)	3500	3500	34.0
Total:			52500	52500	510.0

Valor de eficiencia energética: $5.55 \text{ W/m}^2 = 1.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 91.88 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

RECEPCION / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	387	112	586	0.288
Suelo	20	356	164	452	0.462
Techo	70	69	47	79	0.680
Paredes (8)	50	136	58	329	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

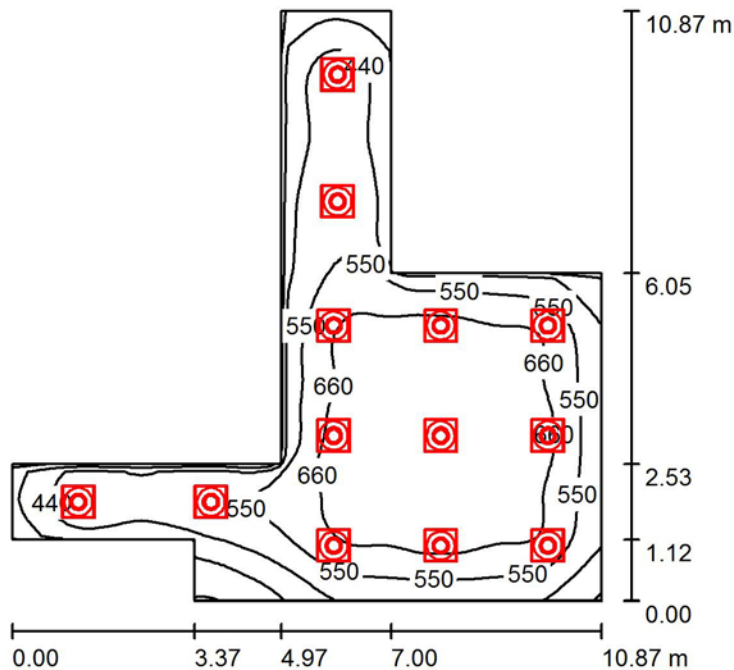
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (1.000)	3500	3500	34.0
Total:			49000	49000	476.0

Valor de eficiencia energética: $4.73 \text{ W/m}^2 = 1.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 100.64 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PLANTA ALTA / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	563	210	758	0.373
Suelo	20	486	217	708	0.447
Techo	70	104	65	124	0.621
Paredes (10)	50	219	69	587	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

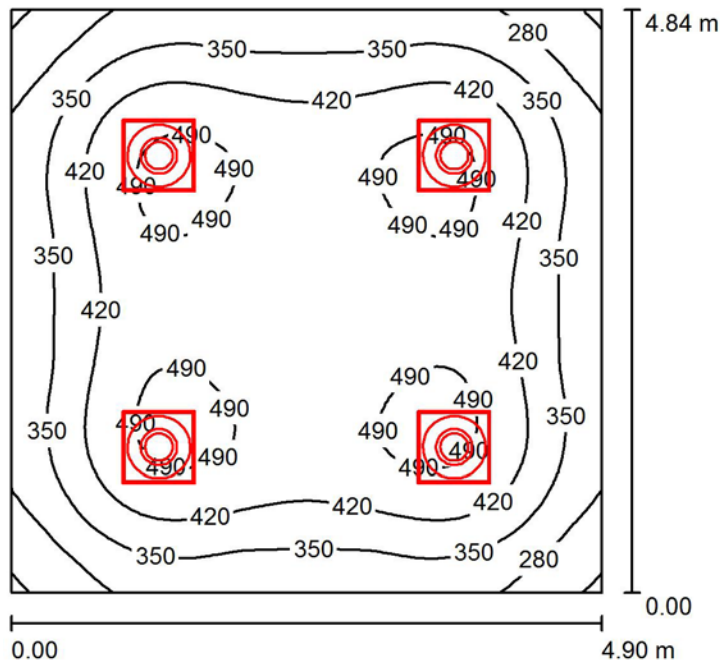
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (1.000)	3500	3500	34.0
Total:			45500	45500	442.0

Valor de eficiencia energética: $8.14 \text{ W/m}^2 = 1.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 54.28 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA DESCANSO / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	405	201	510	0.497
Suelo	20	338	203	437	0.600
Techo	70	70	51	78	0.722
Paredes (4)	50	155	59	253	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	15	15	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	15	15	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

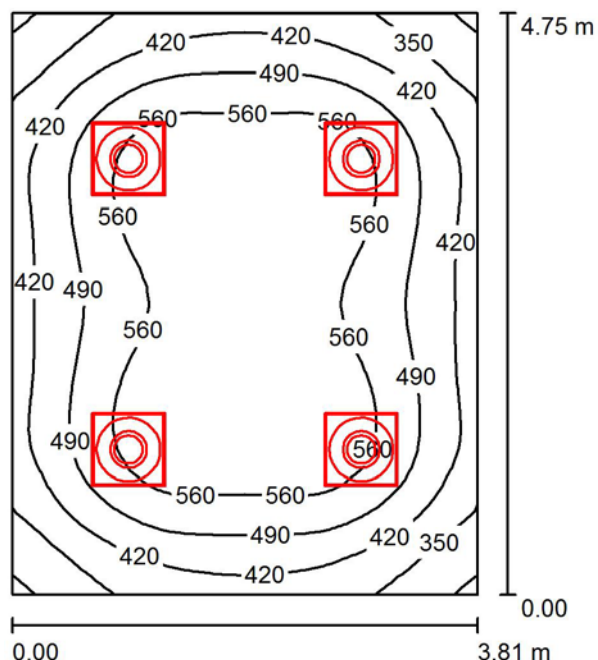
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (1.000)	3500	3500	34.0
Total:			14000	14000	136.0

Valor de eficiencia energética: $5.73 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.73 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA REUNIONES / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	496	275	618	0.554
Suelo	20	406	254	515	0.624
Techo	70	89	65	99	0.723
Paredes (4)	50	200	75	371	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	15	15	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	15	15	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

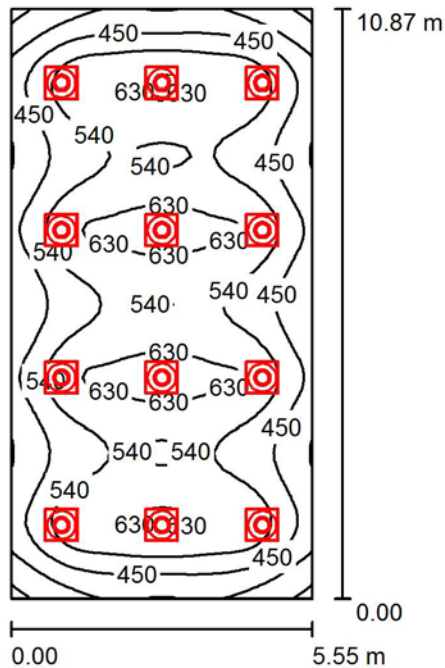
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (1.000)	3500	3500	34.0
Total:			14000	14000	136.0

Valor de eficiencia energética: $7.51 \text{ W/m}^2 = 1.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.10 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA DE CONTROL / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	519	248	673	0.478
Suelo	20	464	255	578	0.550
Techo	70	95	68	105	0.719
Paredes (4)	50	202	81	395	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	15	15	
Trama:	32 x 64 Puntos	Pared inferior	16	16	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

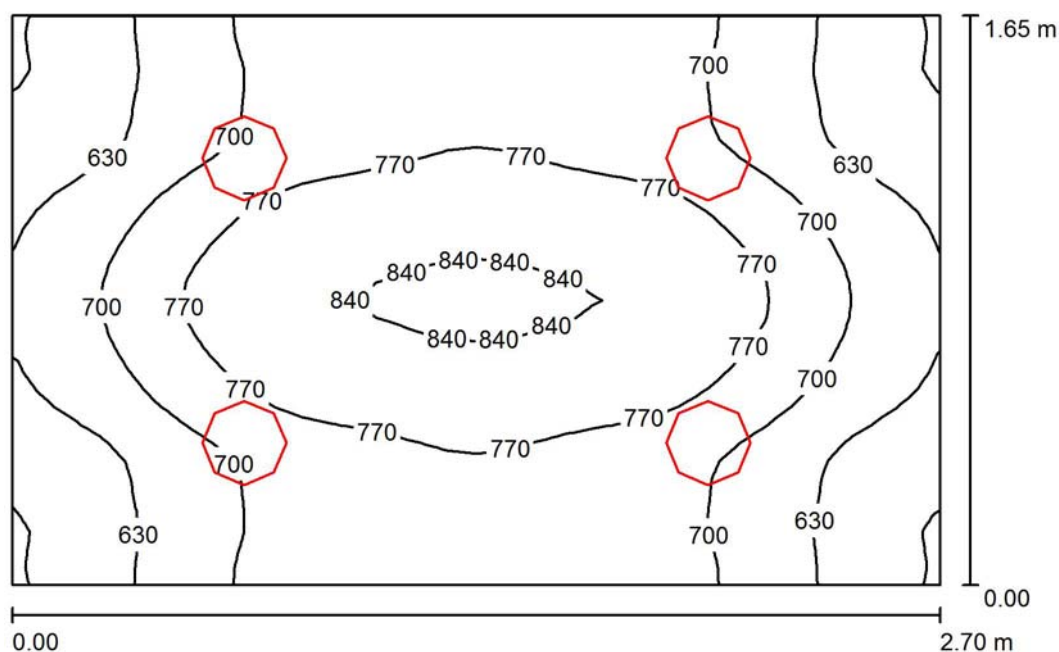
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (1.000)	3500	3500	34.0
Total:			42000	42000	408.0

Valor de eficiencia energética: $6.76 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.33 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

ASEO / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.965 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:22

Superficie	u [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	717	548	851	0.764
Suelo	20	469	401	529	0.855
Techo	70	189	134	222	0.710
Paredes (4)	50	396	146	1482	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

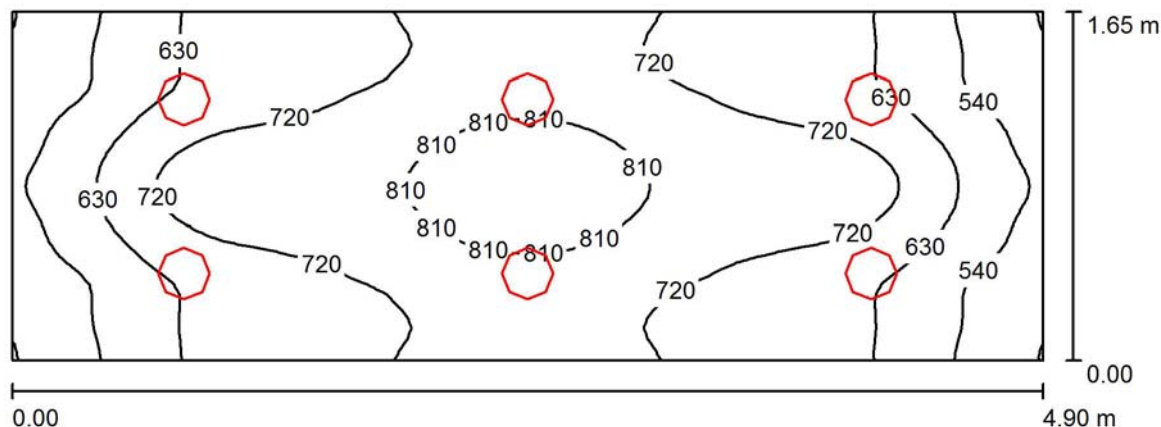
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS FBS296 2xPL-C/4P26W HFP C (1.000)	2124	3600	54.0
Total:			8496	14400	216.0

Valor de eficiencia energética: $48.53 \text{ W/m}^2 = 6.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.45 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VESTUARIO / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.965 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:36

Superficie	η [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	685	450	885	0.656
Suelo	20	487	371	569	0.761
Techo	70	166	114	196	0.687
Paredes (4)	50	356	126	1461	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	I (Luminaria) [lm]	I (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS FBS296 2xPL-C/4P26W HFP C (1.000)	2124	3600	54.0
Total:			12744	21600	324.0

Valor de eficiencia energética: $40.04 \text{ W/m}^2 = 5.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.09 m^2)